

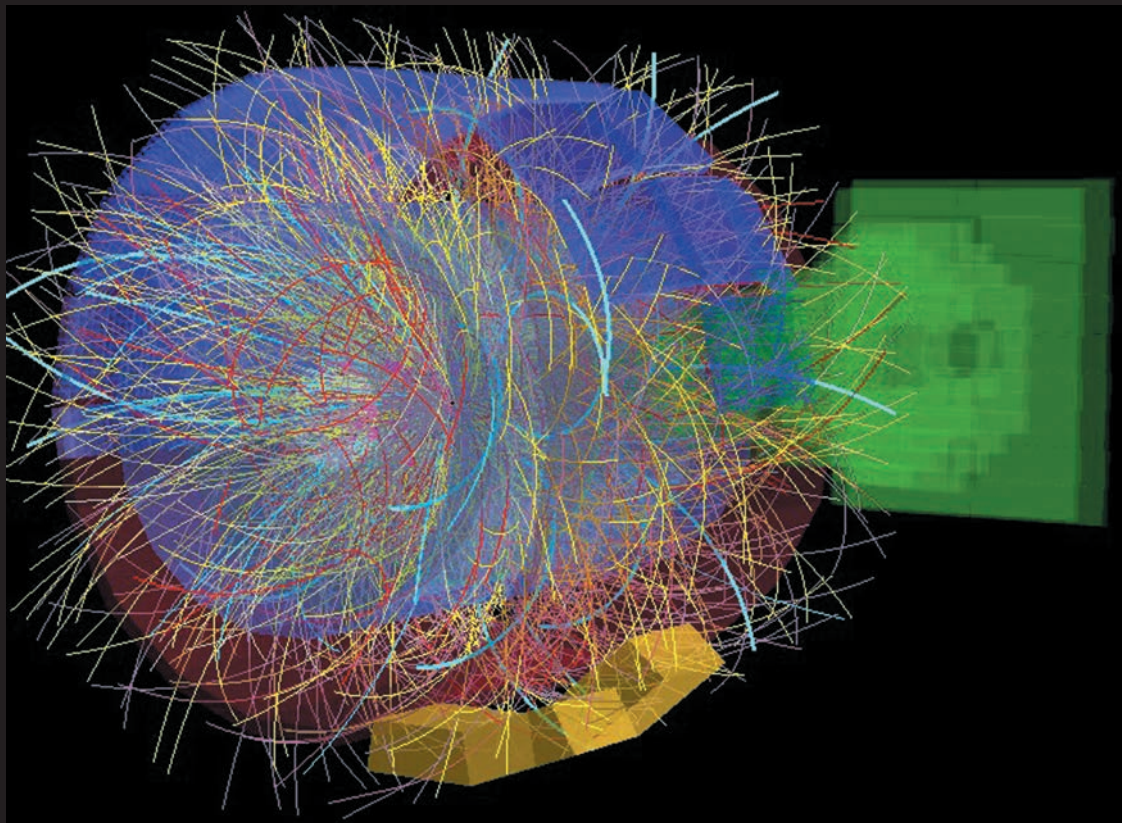
# ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2016  
PAVASARIS

★ CĪNIJA – UZZIEDĒJUSĪ STARPTAUTISKAJĀ KOSMOSA STACIJĀ



- ★ CERN NĀKOTNES VĪZIJA
- ★ NOBELA PRĒMIJAS LAUREĀTI 2015 un 1921
  - ★ PROFESORS RŪSIŅŠ MĀRTIŅŠ FREIVALDS (1942-2016)
- ★ Ko ASTROLOĢIJA IR DEVUSI CILVĒCI?
- ★ 9. MAIJĀ MERKURS IET PĀRI SAULES DISKAM



**CERN iepazīstina ar jaunākajiem kvarku-gluonu plazmas eksperimentiem:** smago jonu eksperiments Lielajā hadronu pretkūļu paātrinātājā *LHC (Large Hadron Collider)*. Sadarbojoties *ALICE (A Large Ion Collider Experiment)*, *ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS)* un *CMS (Compact Muon Solenoid)* detektoru zinātniekiem, izdevies veikt jaunus kvarku-gluonu plazmas mērījumus. Tie liecina par to, ka *LHC* izdevies radīt tādu matērijas stāvokli, kāds eksistēja pirmajos mirkļos pēc Lielā Sprādziena. Mērījumi veikti 2011. gadā četru nedēļu garumā, laikā, kad *LHC* daļiņu kūlis protonu vietā bija veidots no svina atomu kodoliem.

CERN attēls

Sk. *Misa R.* Lielā hadronu pretkūļu paātrinātāja jaunumi un tālākie plāni – CERN vizija.

### **Vāku 1. lpp.:**

Skaistākais zieds, kas līdz šim uzziedējis kosmosā. Čīnija Starptautiskās Kosmiskās stacijas augu audzētavā *Veggie* uzplauka 2016. gada janvārī ārkārtējos (mikrogravitācijas) apstākļos ap 400 km virs Zemes.

NASA attēls

Sk. *Gills M.* Zieds Starptautiskajā kosmosa stacijā.

# ZVAIŽŅNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADEMĪJAS,  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS  
ČETRAS REIZES GADĀ

2016. GADA PAVASARIS (231)



## Redakcijas kolēģija:

LZA kor. loc. *Dr. hab. math. A. Andžāns*  
(atbild. redaktors), LZA *Dr. astron. b. c.*  
*Dr. phys. A. Alksnis, K. Bērziņš,*  
*Dr. sc. comp. M. Gills* (atb. red. vietn.),  
*Pb. D. J. Jaunbergs, Dr. phil. R. Kūlis,*  
**I. Pundure** (atbild. sekretāre),  
*Dr. paed. I. Vilks*

Tālrunis 67 034 581

E-pasts: [astra@latnet.lv](mailto:astra@latnet.lv)  
[www.astr.lu.lv/zvd](http://www.astr.lu.lv/zvd)  
[www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd)

Digitālais arhīvs: <http://ejuz.lu/zvd>



Mācību grāmata  
Rīga, 2016

## SATURS

### Pirms 40 gadiem «Zvaigžņnotajā debesī»

Gulbja Nova 1975. Meklēt dzīvību uz Marsa.....2

### Zinātnes ritums

*Kurts Švarcs. Plazma un Visums.....3*

*Raitis Misa. Lielā hadronu pretkūlu paātrinātāja*

*jaunumi un tālākie plāni – CERN vizija.....9*

### Atklājumi

*Ilgonis Vilks, Aija Kalniņa. Iespējamais Plutona*

*aizstājējs.....14*

*Irena Pundure. Savāda zvaigzne KIC 8462852*

*Gulbja zvaigznājā.....15*

*Irena Pundure. Habls iegūst zaigojošu dimantiem*

*lidzīgu zvaigžņu klātu gobelēnu.....17*

### Nobela prēmijas laureāti

*Dmitrijs Docenko. Nepastāvīgas spoku daļiņas:*

*2015. gada Nobela prēmija fizikā.....19*

*Mārcis Auziņš. Einšteins un viņa Nobela prēmija.....23*

*D.D. Krāforda balva astronomijā.*

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

*Jānis Jaunbergs. Raķešu žonglieri.....29*

*Mārtiņš Gills. Zieds Starptautiskajā kosmosa stacijā..32*

### Lietišķais kosmos

*Linda Gulbe. Sateliti, datori un iespēja redzēt vairāk..33*

### Latvijas Universitātes mācību spēki

*Andris Ambainis. Prof. Rūsiņš Mārtiņš Freivalds*

*(10.XI 1942.-4.I 2016.).....38*

### Latvijas zinātnieki

*Raitis Misa. Par zinātni un dzīvi – saruna ar*

*fiziķi Vjačeslavu Kaščejevu.....41*

### Atskatoties pagātnē

*Andrejs Alksnis. Ceļi tuvi – ceļi tāli (4.turpin.).....46*

### Skolu jaunatnei

*Inese Dudareva, Ausma Bruņeniece. Seminārs*

*“Astronomijas izglītība Latvijā”.....51*

*Maruta Avotiņa, Agnese Šuste. Starptautiskā*

*matemātikas olimpiāde.....56*

### Amatieriem

*Agnese Zalcmane. JAK sanāksmes atsākušās!.....61*

*Ilgonis Vilks. Mēness gabaliņš F.Candera muzejā.....61*

### Hronika

*Dainis Draviņš. Havajās turpinās konflikts ap*  
*amerikāņu 30-metrīgo teleskopu.....63*

*Vineta Reinberga. Izstādes Kosmiskā gaisma*

*“Zvaigžņnotajā Debesī” atklāšanas pasākums.....64*

### Ierosina lasītājs

*Arturs Balklavs-Grinhofs. Astromāģija, kuru dēvē*

*par astroloģiju (2.turpin.).....69*

*Juris Kauliņš. Debess spīdekļi 2016. gada pavasarī..73*



# PIRMS 40 GADIEM ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

## GULBJA NOVA 1975

29.augusta vakarā Baldones Riekstukalna teleskopi kā parasti tika sagatavoti nakts novērošanai. Ap plkst. 22 Radioastrofizikas observatorijas (RO) līdzstrādnieks O.Paupers pamanīja Gulbja zvaigznājā spožu, apmēram 2.lieluma objektu. Pirmajā brīdī likās, ka tas varētu būt Zemes mākslīgais pavadoņs, taču neparastais objekts nepārvietojās attiecībā pret citām zvaigznēm. Kļuva skaidrs, ka tiek novērota nova vai pat pārnova.

Daudzās pasaules observatorijās 29.augustā sākās novas intensīva pētišana. Gulbja Nova 1975 Riekstukalnā tika fotografēta ar Šmita teleskopu U, B, V staros, ar 55 cm teleskopu mērīts tās fotoelektriskais spožums U, B, V, R staros, Viļņas fotometriskajā sistēmā un spektra infrasarkanajā daļā. Jāpiezīmē, ka novas novērojumi radija zināmas grūtības, jo izmantojamā aparatūra un teleskopi ir piemēroti tādu objektu pētišanai, kurus ar neapbruņotu aci vispār nevar redzēt. RO stikla bibliotēkā šī Nova pirms eksplozijas 29.aug. ir konstatēta uz trim 1975.g. augusta uzņēmumiem, no tiem var spriest, ka jau apmēram mēnesi pirms uzliesmojuma šī zvaigzne pakāpeniski palielinājusi savu spožumu. Interesanta ir arī pēcmaksimuma spožuma likne. Tā iegūta, izmantojot fotometrijas rezultātus Novas attēliem, kas uzņemti ar RO Šmita teleskopu B staros. Spožuma samazināšanās likne ir gluda, taču ap 12./13. septembri vērojama zināma liknes gradienta izmaiņa. Iespējams, ka ar šo datumu ir sācies pārejas periods, kas saistīts ar izmaiņām spektrā. Tajā parādās planetāro miglāju spektriem raksturīgās t.s. aizliegtās līnijas. Pēc daudzām īpašībām – lielas maksimuma un minimuma spožuma amplitūdas, ilgstošā pirmsuzliesmojuma perioda un straujā spožuma samazināšanās ātruma – Gulbja Novai 1975 ir unikāls raksturs.

*(Saisināti pēc I.Platā, I.Jurģiša raksta 4.-8.lpp.)*

## MEKLĒT DZĪVĪBU UZ MARSA

Kopš 1975.gada 20.augusta un 9.septembra ceļā uz Marsu atrodas amerikāņu kosmiskie aparāti *Viking-1* un *Viking-2*. 1976.g. 19.jūnijā un 7.augustā tiem jānonāk šīs planētas apkaimē un jāklūst par tās mākslīgajiem pavadoņiem. Pēc dažu nedēļu ilga lidojuma pa areocentrisku orbītu – tāpat jūlijā un septembrī – no katra *Vikinga* jāatdalās pa nolaižamajam aparātam un jānosēžas uz Marsa virsmas, kur tam jādarbojas vismaz trīs mēnešus. Galvenais uzdevums šiem diviem ārkārtīgi sarežģītajiem aparātiem ir līdzvērtīgi sarežģīts – meklēt dzīvību uz Marsa. Tiem 300 milj. km attālumā no Zemes būs jāmēģina noskaidrot, vai dzīvība, kaut visvienkāršākajās tās formās, pastāv vai vismaz ir kādreiz pastāvējusi uz Saules sistēmā mūsu Zemei vislīdzīgākās planētas. Šis jautājums ir nodarbinājis astronomu prātus jau kopš 1877.gada, kad Skjaparelli saskatīja uz Marsa taisnu līniju tīklu – slavenos «kanālus». 1965.gadā pirmais no Zemes līdz Marsam veiksmīgi aizlidojušais kosmiskais aparāts *Mariner-4* satrieca jebkādu cerību atrast tur kaut cik attīstītu dzīvību un padarīja visai problemātisku pat tās visvienkāršāko formu eksistenci uz šīs planētas: atmosfēras spiediens izrādījās vidēji ap divsimt reizu mazāks nekā uz Zemes, bet galvenā tās sastāvdaļa – ogļskābā gāze; nedaudzie attēli, kuri aptvēra 1% planētas virsmas, rādīja nedzīvu, ar neskaitāmiem krāteriem klātu, Mēnesim apbrīnojami līdzīgu virsmu, bet nekā tāda, kas atgādinātu «kanālus».

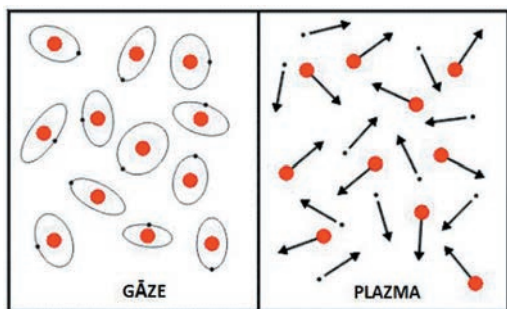
Taču, kad ar pirmā Marsa mākslīgā pavadoņa *Mariner-9* televīzijas kameru palīdzību bija uzfotografēta visa planētas virsma ar izšķiršanas spēju līdz 1–1.5 km, uz tās atklājās milzīgām izžuvušu upju gultnēm ļoti līdzīgi veidojumi, pie tam lieliski saglabājušies, bez manām erozijas pēdām.

*(Saisināti pēc E.Mūkina raksta 15.-17.lpp.)*

KURTS ŠVARCS

## PLAZMA UN VISUMS

Plazma ir pozitīvu un negatīvu daļiņu maisījums atomāri-molekulārā vai elementārdaļiņu līmenī. Tajā var būt gan elektroni, atomu kodoli, gan arī lādēti un neitrāli atomi vai molekulas (1. att.). Būtībā mūsu Visums ir milzīga plazma, kurā laiktelpas metrika izplešas ar ātrumu, kas ir lielāks par gaismas ātrumu (ZvD, 2014, Vasara, 3.-11. lpp.). Plazma Visumā ir ļoti dažāda – gan pēc sastāva, gan blīvuma un temperatūras. Zvaigžņu dzilēs ir miljoniem kelvinu karstā kodolu plazma,



1. att. Neitrālie ūdeņraža atomi ir gāze, un jonizētie atomi veido protonu un elektronu plazmu.

starpzvaigžņu miglājos ūdeņraža atomu un molekulu plazma var būt ļoti dažāda gan pēc daļiņu koncentrācijas, gan temperatūras. Visumā 99% no starojošās masas atrodas dažādos plazmas stāvokļos.

### 1. Plazma un tās īpašības

Plazmai ir daudz tehnisku lietojumu ikdienā, un tā sastopama gan Zemes atmosfērā, gan Visumā (*tabula*). Par plazmas fizikas pamatlicēju uzskata amerikāņu fiziķi Ērvingu Lengmīru, kas pagājušā gadsimta 20. gados sāka sistemātiskus pētījumus un ieviesa terminu *plazma*. Plazmas procesu izpratnē lielu ieguldījumu deva holandiešu fiziķis Peters Debajns, kura vārdā nosaukts lādiņu ekranizācijas rādiuss. Mazliet vēlāk plazmas procesus magnētiskā laukā aprakstīja zviedru fiziķis Hanness Alfvēns, kuru uzskata par kosmiskās plazmas fizikas dibinātāju. Visi šie zinātnieki ir arī Nobela prēmijas laureāti (2. att.).

Plazmā ir brīvie lādiņu nesēji – elektroni, lādēti atomi, protoni. Tāpēc arī svarīgs plazmas parametrs ir elektriskā vadītspēja, kas atkarīga no brīvo lādiņu koncentrācijas un

Tabula. **Plazmas veidi**

Tehnika	Zemes atmosfēra	Visums
1. Gāzu izlādes lampas	1. Zibens izlāde	1. Kodolu plazma zvaigžņu dzilēs
2. Elektriskais (Voltas) loks (metināšana)	2. Polārblāzma	2. Zvaigžņu atmosfēra
3. Plazmas raķešu dzinēji	3. Jonosfēra (atmosfēras augšējie slāņi)	3. Ūdeņraža atomu vai molekulu plazma starpplanētu un starpzvaigžņu vidē
4. Plazma kodoltermiskās sintēzes reaktoros		4. Relatīvistiskā gāzes plazma galaktiku centros ( <i>jet</i> )





Irving Langmuir

1881-1957

Nobela prēmija 1932  
ķīmijā



Peter Debye

1884-1966

Nobela prēmija 1936 ķīmijā



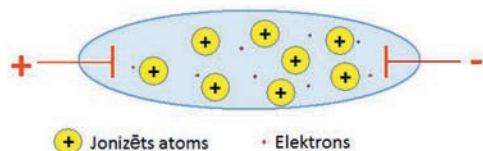
Hannes Alfvén

1908-1995

Nobela prēmija 1970  
fizikā

2. att. Ērvings Lengmīrs, Peters Debajns un Hanness Alfvēns ir plazmas fizikas pamatlicēji. Šie zinātnieki ir arī Nobela prēmijas laureāti.

plazmas temperatūras. Tehniskos lietojumos gāzu izlādes lampās lādiņu koncentrācija ir atkarīga no spiediena. Piemēram, neona reklāmas lampās (gāzes spiediens ~0,001 atmosfēra) lādiņu koncentrācija ir aptuveni  $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  un elektriskā strāva ap 10 mA (miliampēri; 1 A atbilst  $6,24 \times 10^{18}$  elektronu plūsmai vienā sekundē). Molekulu koncentrācija atmosfērā normālā spiedienā un temperatūrā (273 K jeb 0 °C) ir  $\sim 3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ . Gāzu izlādes procesos piedalās gan jonizēti atomi, gan elektroni. Gāzu izlādes lampās atomi tiek ierosināti vai jonizēti un izstaro gaismu (3. att.). Atkarībā no gāzes atomiem (Ne, Na tvaiki, Hg tvaiki u.c.) mainās izstarotās gaismas spektrs (krāsa).



⊕ Jonizēts atoms    ⋅ Elektrons

**GĀZU IZLĀDES PLAZMA**  
# Atomu jonizācija:  $X \rightarrow X^+ + e$   
## Atomu un elektronu sadursmes:  $e + X \rightarrow X^+$   
### Gaismas izstarošana:  $X^* \rightarrow X + h\nu$

3. att. Gāzu izlādes lampās plazmu veido jonizētie atomi un elektroni.

## 2. Plazmas veidi Visumā

Kosmiskās plazmas atšķiras no 3. att. aplūkotā piemēra gan ar lādiņu koncentrāciju, gan temperatūru, gan izmēriem. Zvaigžņu dzīlēs ir augsttemperatūras plazma. Aplūkosim to mūsu Saulei (masa  $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ ; vidējais rādiuss  $R_{\odot} = 6,96 \times 10^5 \text{ km}$ ; vidējais blīvums  $\rho = 1,4 \text{ g/cm}^3$ ). Pēc pastāvošā modeļa [1] slāni viena ceturtdaļa rādiusa attālumā no centra koncentrēta puse no Saules masas. Sakarā ar spiediena un temperatūras pieaugumu daļiņu koncentrācija (pamatā protoni un elektroni) Saules centrā ir  $\sim 10^{25} / \text{cm}^3$  (atbilstošais blīvums  $\rho = 160 \text{ g/cm}^3$  – 18 reizes lielāks nekā varam) pie temperatūras ap 15 miljoniem kelvinu! Tas atbilst nosacījumiem termokodolu sintēzei. Saules rotācija un temperatūras gradients no centra uz virsmu rada spēcīgu turbulentu strāvu, kas inducē Saules centrālo magnētisko lauku – 100  $\mu\text{T}$  (aptuveni divas reizes lielāku par Zemes magnētisko lauku, sk. ZvD, 2014, Pavasaris, 3.-10. lpp.). Saules atmosfēras blīvums ir daudz mazāks (hromosfēras  $\rho \leq 10^{-7} \text{ g/cm}^3$  ar atbilstošu daļiņu koncentrāciju  $\sim 10^9 / \text{cm}^3$ ).

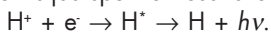
Plazma starpzvaigžņu vidē pamatā sastāv no 90% ūdeņraža un 10% hēlija (smagāko elementu koncentrācija ir niecīga). Jāņem vērā, ka summārā ūdeņraža un hēlija atomu koncentrācija starpzvaigžņu vidē ir lielāka nekā zvaigznēs (ZvD, 2015, Vasara, 3.-12. lpp.)! Kaut gan Visums lielos mērogos ir izotropš, ūdeņraža plazma dažādos Visuma apgabalos ir ļoti atšķirīga gan pēc daļiņu koncentrācijas, gan temperatūras un izmēriem.

Starpzvaigžņu vidē ūdeņradis ir gan atomārā (H), gan molekulārā ( $\text{H}_2$ ), gan arī jonizētā ( $\text{H}^+$  = protoni) stāvoklī. Daļiņu koncentrācija ir ļoti atšķirīga: 100 atomi un daudz protonu kubikcentimetrā Saules koronā,  $1 \cdot 10^3 / \text{cm}^3$  neitrālie H atomi H-II tipa miglājās,  $10^4 / \text{cm}^3$  jonizētie atomi (protoni) un elektroni H-III tipa miglājās,  $10^5 / \text{cm}^3$  ūdeņraža molekulas ( $\text{H}_2$ ) molekulāros miglājās.

Procesi starpzvaigžņu ūdeņraža plazmā ir līdzīgi kā gāzu izlādes lampās (3. att.). *H-II* tipa miglājos notiek elektronu rekombinācija ar protoniem, kā rezultātā ūdeņraža atomi tiek ierosināti un izstaro gaismu:  $H^+ + e^- \rightarrow H^* \rightarrow H + h\nu$ . Notiek arī pretēji procesi – ūdeņraža atomu jonizācija sadursmēs. Ūdeņraža atomu starojums arī nosaka *H-II* tipa miglāju krāsu (4. att.). Ūdeņraža atomu starojums aptver plašu spektra diapazonu no infrasarkanā līdz ultravioletam (ZvD, 2013/14, Ziema, 4. att. 3. lpp.). Daudzi miglāji ir sarkanā krāsā, kas atbilst Balmēra sērijas  $H_\alpha$  līnijas starojumam ar viļņa garumu  $\lambda=656,3$  nm. Zilu starojuma nokrāsu dod līnijas  $H_\beta$  ( $\lambda=486$  nm) un  $H_\gamma$  ( $\lambda=434$  nm). Dažos miglājos He atomu klātbūtne dod dzelteni nokrāsu. Arī miglāju temperatūra var būt ļoti dažāda, no dažiem kelviniem līdz 10 000 K karstajos *H-II* tipa miglājos. Neitrālo ūdeņ-



4. att. *H-II* tipa miglājs NGC 604 Trijstūra galaktikā (M 33) uzņemts ar Habla kosmiskā teleskopa *HST* platlēcņa planetogrāfisko kameru *WFPC2* (*Wide Field and Planetary Camera 2*): attālumš no Zemes ~3 milj. gg., diametrs ~1500 gg. Miglāja emisijas spektru nosaka ūdeņraža atomi:



raža atomu mākoņi (*H-I*) pamatā izstaro 21 cm (1,42 GHz) radioviļņus. Šo miglāju novērojumi pagājušajā gadsimtā sekmēja radioastronomijas attīstību. Arī šodien ar 21 cm radioviļņu palīdzību ūdeņraža klātbūtne ir konstatēta ļoti tālās galaktikās (ZvD, 2015, Vasara, 3.-12. lpp.). Starpzvaigžņu miglājus var ierosināt arī apkārtējo zvaigžņu starojums.

*H-II* tipa miglāja NGC 604 Habla kosmiskā teleskopa *HST* attēls Mesjē galaktikā M 33 redzams 4. att. Šis miglājs ir viens no lielākajiem (diametrs ~1500 gg.) mūsu galaktikas Piena Ceļa tuvumā un ietilpst Trijstūra galaktikas M 33 spirāles zarā, kur notiek arī aktīva jauno zvaigžņu veidošanās. Miglāju NGC 604 jau 1784. gadā novēroja angļu astronoms Viljams Heršels. Galaktika M 33 ir spirālveida galaktika Trijstūra zvaigznājā 3 miljonu gaismas gadu attālumā no Zemes. Šo galaktiku 1764. gadā atklāja franču astronoms Šarls Mesjē (5. att.).

Tumšā molekulārā miglāja *Barnard 68* fotogrāfija, kas uzņemta ar ļoti lielā teleskopa



William Herschel  
1738-1822



Charles Messier  
1730-1817

5. att. Vācu izcelsmes angļu astronoms Viljams Heršels bija viens no sava laika aktīvākajiem astronomiem. 1781. gadā viņš atklāja Saules sistēmas septīto planētu Urānu. Viņš pirmais novēroja NGC 604 miglāju (4. att.) un atklāja infrasarkanos starus Saules spektrā. Franču astronoms Šarls Mesjē veica daudzus zvaigžņu kopu un miglāju atklājumus. Viņš pirmais iesāka astronomisko objektu katalogu, kas nosaukts viņa vārdā (pirmais izdevums 1771. gadā).

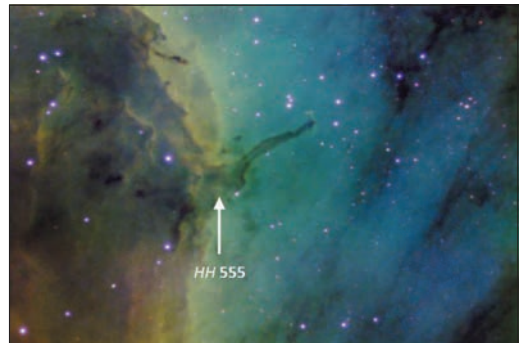
VLT (*Very Large Telescope*) 8,2 m diametra spoguļi Eiropas Dienvidobservatorijā ESO Paranala kalnā Čīlē, redzama 6. att. Šis miglājs ir 500 gg. attālumā no Zemes dienvidu puslodes Čūskeņa zvaigznājā. Šis miglājs mūsu Piena Ceļa galaktikas ietvaros ir neliels, ar divkārsu Saules masu, diametru ap pus gaismas gadu un 16 K temperatūru. Šo miglāju 1919. gadā novēroja amerikāņu astronoms Edvards Bārnards (*Edward Emerson Barnard*, 1857-1923). Viņš aktīvi attīstīja fotogrāfiskās metodes astrofizikā un sastādīja miglāju katalogu, kas nosaukts viņa vārdā.

Īpašas plazmas ir Herbiga-Haro objekti, kurus pirmais 19. gs. beigās novēroja amerikāņu astronoms Š. Bernhems (*Sherburne Wesley Burnham*, 1838-1921, Kolorādo universitāte). Pirmie novērojumi bija saistīti ar HH555 – lokālu miglāju (izvirdumu) uz lielākā Pelikāna miglāja fona. Līdz pagājušā gadsimta vidum šo miglāju sauca par Bernherma miglāju. Sistemātiskus šo strūklu novērojumus



6. att. Tumšais miglājs *Barnard 68* Čūskeņa zvaigznājā uzņemts ar Eiropas Dienvidobservatorijas ESO 8,2 m diametra teleskopu VLT: attālumus no Zemes 500 gg., izmēri 0,5 gg., masa – 2 Saules masas. Tumšā miglāja temperatūra 16 K.

pagājušā gadsimta vidū sāka amerikāņu astronoms Dž. Herbig (*George Howard Herbig*, 1920-2013, Havaju universitāte) un meksikāņu astronoms Dž. Haro (*Guillermo Haro*, 1913-1988, Meksikas universitāte). Viņi noskaidroja, ka šie veidojumi ir nelieli un novērojami jauno zvaigžņu rašanās apgabalos. Šos izvirdumus nosauca par Herbiga-Haro objektiem, un šodien ar teleskopiem no Zemes un HST ir reģistrēti vairāki simti objektu. Pirmā novērotā Herbiga-Haro objekta – Bernherma miglāja (tagadējais kataloga numurs HH555) fotogrāfija ar FLC (*Fort Lewis College, ASV*) observatorijas Šmidta-Kasegrēna teleskopu redzama 7. att. Pelikāna miglāja rajonā novēroti vairāki Herbiga-Haro objekti (HH563, HH564, HH565, HH566, HH567, HH568) un ar moderniem teleskopiem un HST analizētas to īpašības – starojuma intensitāte, gāzes sastāvs (bez ūdeņraža arī Fe, S, O), un pēc Doplera efekta izmērīti gāzu strūklu ātrumi (100-1000 km/s). Šais miglājos procesi plazmā strauji mainās. Herbiga-Haro objektos jaunas zvaigznes tuvumā novērojami arī gāzes strūklu izvirdumi dažu parseku garumā (1 pc=3,086x10<sup>13</sup> km). Papildu dati doti amerikāņu astronoma, aktīva šo objektu pētnieka Dž. Bali (*John Bally*, Kolorādo universitāte) rakstā [2].



7. att. Herbiga-Haro objekta HH555 fotogrāfija ar Šmidta-Kasegrēna (*Schmidt-Cassegrain*) teleskopu. Šo miglāju (izvirdumu) 19. gs. beigās novēroja amerikāņu astronoms S. Bernhems.



Karsta ūdeņraža plazma novērojama arī planetāros miglājos. Planetārie miglāji veidojas ap zvaigznēm evolūcijas beigu posmā, kad zvaigzne no sarkanā milža pārvēršas pundurzvaigznē. Tad ap zvaigzni veidojas karstā ūdeņraža plazma – planetārais miglājs. Nosaukums *planetārais miglājs* ir simbolisks un nav saistīts ar planētām. Planetāro miglāju izmēri ir nelieli, un to starojums strauji mainās dažu gadu desmitu laikā.

Viens no detalizēti izpētiem planetāriem miglājiem ir Dzelonrajas miglājs *Hen 3-1357* Altāra zvaigznājā dienvidu puslodē 18 000 gg. attālumā no Zemes. Miglāja nosaukums (angl. *Stringray Nebula*) ir saistīts ar šā miglāja līdzību jūras dzelonrajai (8. att.). Šo miglāju 1976. gadā katalogizēja ievērojams amerikāņu astronoms un astronauts *Ph.D. K.G. Henaizs (Karl Gordon Henize, 1926-1993; aizgāja bojā NASA Everesta ekspedīcijā)*. Miglāju *Hen 3-1357* detalizēti novēroja tikai 1994. gadā amerikāņu astro-



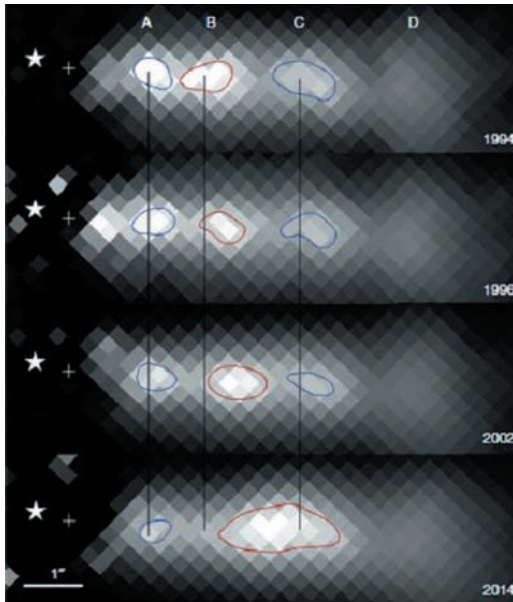
8. att. Planetārā Dzelonrajas miglāja *Hen 3-1357* fotogrāfija ar *HST WFPC2*. Miglājs atrodas 18 000 gaismas gadu attālumā no Zemes, un tā izmēri (diametrs) ir  $\sim 0,02$  pc. Miglāja centrā ir balta pundurzvaigzne, kas ar līdzdalībnieku veido dubultzvaigzni (*baltie punkti attēla centrā*). [3]

noms *M. Bobrovskis (Matthew Bobrowsky, Delavēras universitāte)* [3]. Miglāja izmēri ir  $\sim 0,6$  pc. Miglāja centrā ir dubultzvaigzne, kuras sastāvā ir pundurzvaigzne ar masu  $\sim 0,6$  Saules masas (baltie punkti 8. att. centrā). Miglājs ir jauns, un tā izmērs ir daudz mazāks par zināmiem planetāriem miglājiem, kuru skaits pat Piena Ceļa galaktikā pārsniedz tūkstoti.

### 3. Plazma galaktiku centros

Aktīvo galaktiku kodoli ir viena no astrofizikas interesantākajām problēmām. Beidzamo gadu desmitu novērojumi atklāja, ka galaktiku centros ir masīvi melnie caurumi ar masu ekvivalentu miljardiem Saules masu. Galaktiku centros novēroti spēcīgi gravitācijas un magnētiskie lauki, kas rada relativistisku gāzu plazmu ar daļiņu ātrumiem tuvu gaismas ātrumam. Šīs gāzu strūklas (angl. *jet*) izmēri dažām galaktikām sasniedz tūkstošiem gaismas gadu (sk. *ZvD, 2015/16, Ziema, 3.-9. lpp.*). Lielākajai daļai radiogalaktiku izvirdumu (strūklu) starojums ir radioviļņu diapazonā, kaut gan ir novēroti *jet* starojumi redzamajā un rentgenstaru diapazonā. Neesen astrofiziku grupa no Kosmiskā teleskopa zinātnes institūta (*Space Telescope Science Institute – STScI*) Baltimorā (ASV) sadarbībā ar amerikāņu un Itālijas universitātēm ieguva jaunus unikālus rezultātus par radiogalaktikas *3C264 (NGC 3862)* relativistiskās plazmas kinētiku (9. un 10. att.). Šo pētījumu vadītāja ir *STScI* līdzstrādniece *Dr. Eileen Meyer* (10. att.).

Radiogalaktika *3C264* atrodas  $\sim 260$  milj. gg. attālumā no Zemes Lauvas zvaigznājā. Radiogalaktiku *3C264* redzamajā spektra diapazonā novēroja jau 1992. gadā. Galaktikas *3C264* relativistisko plazmu ar *HST* kameru novēroja sistemātiski no 1994. līdz 2014. gadam (9. un 10. att.). Pēc pastāvošā relativistiskās plazmas modeļa *jet* mezgli rodas triecienviļņu rezultātā, kas plazmu virza prom no aktīvās galaktikas centra. Plazmas struktūra un mezglu veidošanās

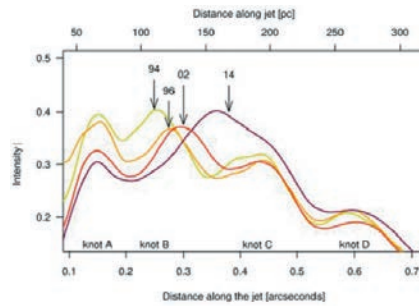


9. att. Radiogalaktikas 3C264 relativistiskā gāzes strūkļa uzņemta ar *HST* kameru *WFPC2* redzamajā spektra diapazonā. Primārie attēli apstrādāti ar speciālu datorprogrammu (*X veida struktūra attēlā*), lai precīzi izmēritu mezglu pārvietošanos. Pirmo reizi izdevās kvantitatīvi novērtēt plazmas mezglu (angl. *knot*) A, B, C, D izmaiņas 20 gadu novērojumu laikā. Strūkļa (*jet*) izmēri (no A līdz D 10. att.) ir ~250 pc (1 pc=3,08568x10<sup>13</sup> km). Mezgli B un C 2014. gadā ir saplūduši [4].

šodien nav izprasta, un sāko novērojumu apstrādi palīdzēs atšifrēt procesus galaktiku kodolos [4]. 10. attēlā uz apakšējās koordinātu ass atlikta mezglu pozīcijas dažādos novērojumu gados (gadi atzīmēti virs līknēm). Novērojumi no 1994. līdz 2014. gadam (9. att.) viennozīmīgi parāda mezglu B un C saplūšanu. Jauns rezultāts ir pati saplūšana, kā arī lielie mezglu pārvietošanās ātrumi plazmā. Iegūtie rezultāti ir svarīgi galaktiku kodolu procesu labākai izpratnei.

#### 4. Visums ir unikāla plazma

Zvaigžņotā debess ir valdzinājusi cilvēci no akmeņa laikmeta līdz mūsu dienām. Star-



10. att. Intensitātes izmaiņas atsevišķiem mezgliem (knot A, B, C, D) divdesmit gadu novērojumu laikā (*gadi ar diviem cipariem atzīmēti virs līknēm*). Uz vertikālās ass atlikta mezglu starojuma intensitāte un uz augšējās – attālums. Projekta vadītāja ir STScI Baltimorā (ASV) zinātniskā līdzstrādāniece Dr. Eileen Meyer (fotogrāfija). [4]



Dr. Eileen Meyer  
Space Telescope  
Science Institute  
Baltimore, USA

pība starp senatni un šodien ir tā, ka mēs šodien sākam izprast arī Visuma izcelšanos, procesus zvaigznēs un galaktikās, un arī filozofijam par Visuma nākotni. Visuma problēmas aptver visas mūsu pašreizējās zināšanas fizikā, un virkne problēmu šodien vēl ir bez atbildes. Tomēr attiecībā uz plazmu varam apgalvot: Visums ir unikāls plazmu maisījums no miljoniem grādu karstās kodolu plazmas zvaigžņu dzilēs ar daļiņu blīvumu 10<sup>25</sup> cm<sup>3</sup> līdz aukstajiem ūdeņraža miglājiem ar vienu daļiņu kubikcentimetrā.

#### Papildliteratūra

- [1] Abraham, Z.; Iben, I., Jr. *More Solar Models and Neutrino Fluxes*. – *ApJ*, **170** (1971), 157.
- [2] Bally, J.; Morse, J.; Reipurth, B. (1995). *The Birth of Stars: Herbig-Haro Jets, Accretion and Proto-Planetary Disks. Science with the Hubble Space Telescope – II*. Eds. P. Benvenuti, F.D. Macchetto, and E.J. Schreier
- [3] Bobrowsky, M. *Narrowband HST Imagery of the Young Planetary Nebula Henize 1357*. – *ApJ*, **426** (1994), L47-L50.
- [4] Eileen T. Meyer, Markos Georganopoulos, William B. Sparks et al. *A kiloparsec-scale internal shock collision in the jet of a nearby radio galaxy*. – *Nature*, **521** (2015), 495–497. 🐞

## LIELĀ HADRONU PRETKŪĻU PAĀTRINĀTĀJA JAUNUMI UN TĀLĀKIE PLĀNI – CERN VĪZIJA

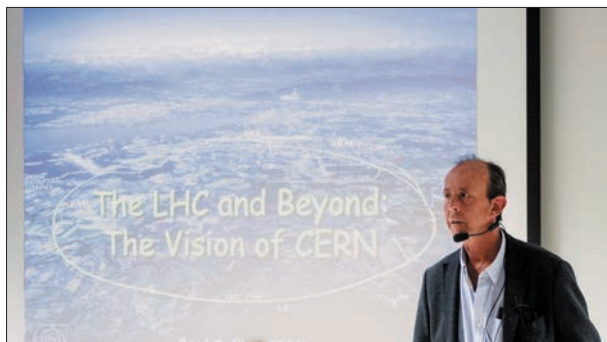
Centīgākie “ZvD” lasītāji droši vien atceras, ka pirms pāris gadiem jau ziņojām par lielāko fizikas eksperimentu – Lielo hadronu pretkūļu paātrinātāju (*Large Hadron Collider*, turpmāk – *LHC*), tā paveikto un nākotnes plāniem. Tas bija vēl pirms t.s. lielā pārtraukuma, kura laikā tika veikti būtiski *LHC* uzlabojumi. Nu *LHC* atkal ir ierindā, gatavs veikt jaunus atklājumus.

Tagad, tāpat kā toreiz, par *LHC* aktualitātēm un nākotnes iecerēm, tā iedarbināšanu pēc divu gadu pārbūves un galvenajām izmaiņām tā darbībā stāstīja Eiropas Kodolpētniecības centra *CERN* (*Conseil Européen pour la Recherche Nucleaire*) Daļiņu kūļu izpētes nodaļas (*Beams Department*) vadītājs Pauls Koljērs (*Paul Collier*). Šoreiz lekcija notika Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Dizaina centrā, un tās angļiskais nosaukums ir – “*The LHC and Beyond: The Vision of CERN*”.

Tika apskatīts arī jautājums par *LHC* rekonstrukciju augstas starjaudas (*luminosity*) iegūšanai, ko paredzēts veikt līdz 2020. gadam. Ne mazāk interesants bija temats par garas bāzes līnijām neitrīno fizikā (neitrīno ir daļiņas, kas vīrās pa Visumu gandrīz gaismas ātrumā). Šis temats ir jo īpaši aktuāls, jo tieši par neitrīno pētījumiem šogad diviem zinātniekiem ir piešķirta Nobela prēmija fizikā<sup>1</sup>.

### **LHC pēc lielās pārbūves**

*LHC* nav jauna mašīna. Lēmums par tā būvniecības sākšanu pieņemts 1984. gadā. Tiesa, pirmie daļiņu pretkūļi bija jāgaida līdz 2008. gada 10. septembrim (par to sīkāk sk.



2015. gada 29. oktobrī RTU ar vieslekciju “*The LHC and Beyond: The Vision of CERN*” uzstājās Eiropas Kodolpētniecības centra *CERN* Daļiņu kūļu izpētes nodaļas vadītājs Pauls Koljērs (*Paul Collier*). Foto no RTU fotogalerijas

“Tuvāk Lielajam Sprādzienam – *LHC* paveiktais un plāni” – *ZvD*, 2014, Pavasaris, 11.-15. lpp.). Nu un, protams, savu kulmināciju *LHC* pirmais darbības posms (t.s. *LHC Run 1*) sasniedza 2012. gada 4. jūlijā jeb, kā to sauc *CERN*, – Higsa dienā. Todien tika paziņots par Higsa daļiņas atklāšanu<sup>2</sup> *LHC ATLAS* un *CMS* eksperimentos. Jau 2013. gada 13. februārī *LHC* tika apturēts, lai veiktu tā rekonstrukciju jeb lielo pārbūvi, kas ilga apmēram divus gadus.

Pārbūves laikā *LHC* tika veikti nepieciešamie remontu un uzlabota dažādu mezglu darbība, lai to sagatavotu darbam (beidzot) ar pilnu jaudu. Pirmā darbības posma laikā *LHC* sasniedza tikai apmēram pusi no tā sākotnēji iecerētās jaudas, un bija pienācis laiks

<sup>1</sup> Sk. *Docenko D.* Nepastāvīgas spoku daļiņas: 2015. gada Nobela prēmija fizikā. – Šā numura 19.-22. lpp.

<sup>2</sup> Sk. *Dumbrājs O.* Higsa bozons atklāts – elementārdaļiņu fizika krustcelēs. – *ZvD*, 2013, Rudens (221), 3.-4. lpp.

rīkoties. Kopā *LHC* pārbūvei bija nepieciešams apmēram miljons cilvēkstundu darba.

Tika veikta dipolu magnētu savienojumu vietu kvalitātes pārbaude, dažādu mezglu uzlabošana un liels daudzums dažādu pārbaužu. Tika nomainīti arī kopā 18 magnēti, kuru svars ir apmēram 27 t katram, bet cena ap 1 miljonu eiro.

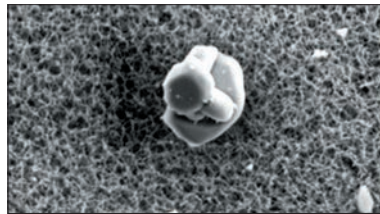
*LHC* pārbūve, protams, notika normālos apstākļos. Savukārt *LHC* darba temperatūra ir 1,9 K (-271,25 °C). Lai visu 27 km garo *LHC* pēc rekonstrukcijas pabeigšanas atdzesētu līdz šai temperatūrai, bija nepieciešams apmēram pusgads. Dzesēšanai tika izmantotas 10 000 t šķidra slāpekļa, bet temperatūras režīma uzturēšanai ikdienā izmanto 130 t sašķidrināta hēlija (LHe). Interesanti, ka 1 l LHe maksā apmēram tikpat, cik 1 l šampanieša.

Atjaunotajā *LHC* pirmie daļiņu pretkūļi tika palaisti 2015. gada 5. aprīlī. Jau pēc piecām dienām pirmo reizi tika sasniegts jauns enerģijas līmenis – 6,5 TeV. Ja atceramies, *LHC* sākotnēji plānotais enerģijas līmenis ir 7 TeV. Galvenais iemesls, kādēļ uzreiz netika sasniegts plānotais, – *LHC* izmantotie elektromagnēti ir “jātrenē”. Darbojoties to tinumi mēdz nedaudz pārvietoties (sakārtoties), līdz ieņem stabili stāvokli.

Kopējais laiks, kas bija nepieciešams *LHC* pārbaudēm jau darbībā, ir divi mēneši. Stabila darbība iesākta (vai, precīzāk, atsākta) 3. jūnijā. Šis datums tad arī uzskatāms par *LHC* otrā darbības posma faktisko sākumu.

Daļiņu kūļi *LHC* nav vienlaidu. Tie sastāv no t.s. pakām (*bunches*), kas tiek palaistas ik 50 ns. Interesanti, ka to garums ir vien apmēram 4 cm. Tātad visas daļiņas pakā ir “sapakotas” 4 cm garā daļiņu kūļa fragmentā. Ja pauzes starp pakām ir 50 ns, tad attālums daļiņu kūļi starp tām ir apmēram 15 m. Tika sākta darbība 25 ns režīmā, kad pakas tiek palaistas ar šādu intervālu, un attālums starp tām tad ir 7,5 m.

Pamazām palielinot daļiņu kūļa intensitāti, atklājās virkne risināmu problēmu. Tā tika



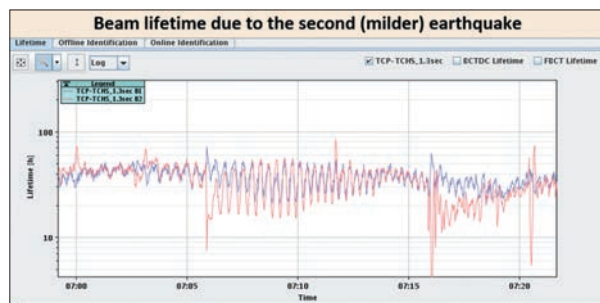
NLO, kas krit cauri daļiņu kūlim, paraugs.

nomainītas kopā 1300 kontrolieru kartes, jo tajās, izrādās, bija izmantotas mikroshēmas, kas nav noturīgas pret radiāciju.

Bija arī negaidītas un dīvainas lietas. Tika atklāti NLO (nezināmi lidojoši objekti), kad caur daļiņu kūļi krita nezināmas izcelsmes putekļi. Tika atklāti NGO (nezināms guļošs objekts), kad daļiņu kūļa ceļā “guļ” nezināmas izcelsmes šķērslis.

NLO izmērs ir apmēram 10 μm. Šiem putekļiem nonākot daļiņu kūļa ceļā, tie izraisa kūļa intensitātes zudumu. Jāpiebilst, ka tas notiek ļoti īsā laikā. Parasti vien dažos simtos μs. Pēc *LHC* darbības atsākšanas tika fiksēti apmēram 50 NLO stundā. Šobrīd to skaits ir apmēram 20-30 stundā. Tomēr vēl arvien 2-3 reizes nedēļā ir nepieciešama daļiņu kūļa pārtraukšana, lai pasargātu *LHC* no nopietniem bojājumiem.

NGO ir dažus milimetrus liels izvirkājums vienā no dipolu magnētiem. Tā tur nebija pirms *LHC* rekonstrukcijas, un nav skaidrs, no kurienes tas tur radies. Šobrīd NGO tiek apiets, nedaudz novirzot daļiņu kūļi tā, lai tas



*LHC* daļiņu kūļa dzīves ilgums zemestrīces laikā. Zemestrīce sākas pēc 7:05.



pēc iespējas neskar šo šķērslī. Vismaz šobrīd netiek plānota šīs *LHC* daļas uzsildīšana, lai veiktu *NGO* aizvākšanu.

Cita lieta, kas ietekmē *LHC* darbību, ir zemestrīces. Piemēram, Čīles septembra zemestrīce ievērojami traucēja *LHC*, kas, ziņāms, atrodas Šveicē, darbu. Faktiski *LHC* bez visām citām tā iespējām ir arī ļabs un precīzs seismogrāfs. Jāpiebilst, ka Čīles zemestrīces radītie zemes svārstību viļņi Ženēvu sasniedza apmēram stundu pēc zemestrīces. Normāla darba režīmā daļiņu kūļa dzīves ilgums *LHC* ir apmēram 50 h, taču zemestrīču dēļ var būt tā, ka *LHC* darbība praktiski nav iespējama (skat. attēlu – *LHC* daļiņu kūļa dzīves ilgums zemestrīces laikā).

Atgriežoties pie *LHC* veikspējas, darbojoties ar 6,5 TeV daļiņu kūļiem: svarīgs rādītājs *LHC* veikspējas novērtējumam ir t.s. starjau da (*luminosity*). Tā parāda, cik daļiņu sadursmju laika vienībā notiek. Šobrīd, pēc rekonstrukcijas, lielākais fiksētais spīduma rādījums ir  $4,61 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Kopējo uzkrāto starjau da mēra inversos femtobārnos (*inverse femtobarn* –  $\text{fb}^{-1}$ ).

$= 1 \times 10^{14}$  sadursmes. Šobrīd *LHC* sasniegts ap  $3 \text{ fb}^{-1}$ . Tas raksturo, cik sadursmju līdz šim noticis sadursmju laukuma šķērsgrīzumā. Šis ir uzkrājōšs rādītājs, kas līdzīgi kā automašīnas tahometrs parāda to, kas paveikts, bet neparāda *LHC* veikspēju konkrētā momentā, kā spīdometrs.

Līdz nākamajam plānotajam lielajam pārtraukumam 2018. gada pašās beigās plānots sasniegt 100-120  $\text{fb}^{-1}$ . Līdz tam, ar pārtraukumiem Ziemassvētkos, *LHC* plānots darbināt nepārtraukti.

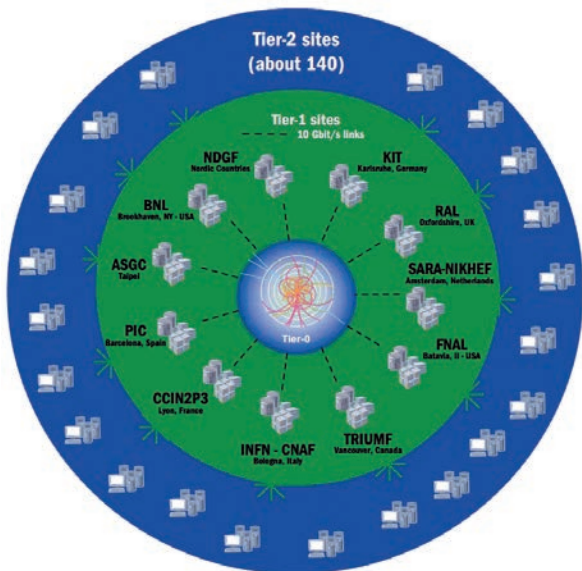
Pēc otrā lielā pārtraukuma paredzēta aktīva darbība 2021.-2023. gadā. Pēc tam iecerēts trešais lielais pārtraukums līdz 2026. gadam. Jau šobrīd notiek aktīva plānošana, lai šo laika grafiku ievērotu. Pēc trešā lielā pārtraukuma, kad, iztērējot gandrīz miljardu eiro, notiks būtiska *LHC* uzlabošana, tā starjau da plānots palielināt līdz  $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Cits *LHC* izmantošanas aspekts ir milzīgais datu apjoms, kas rodas, to lietojot. Šo datu uzglabāšana vēlākai analīzei vienmēr ir bijusi risināma problēma. Dažos eksperimentos (sk. vāku 2. lpp.) radītais datu apjoms ir pielīdzināms 10 MP kameras radītam datu apjomam, ja ar to uzņemtu miljons kadru sekundē. Vidēji mēnesī *LHC* rada 4 PB (petabajtus) datu. To izvietošanai datu centros vairākās vietās pasaulē nepārtraukti ar pilnu jaudu tiek noslogoti 10 GB/s tīkla savienojumi.

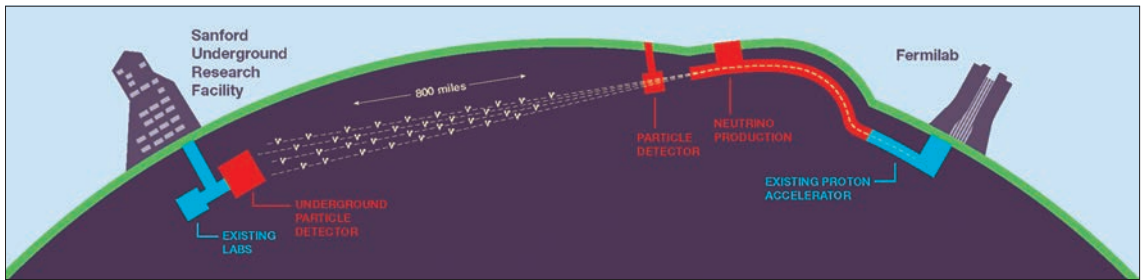
## CERN neitrino platforma

Šobrīd neitrino izpētei tiek pievērsta pastiprināta uzmanība, tādēļ *CERN* ir izstrādājis t.s. neitrino platformu, kuras mērķis ir iesaistīties šajā izpētē. *CERN* šobrīd neplāno veidot savu neitrino izpētes centru, bet iesaistīties projektos, kas ir plānošanas vai izbūves stadijā citviet.

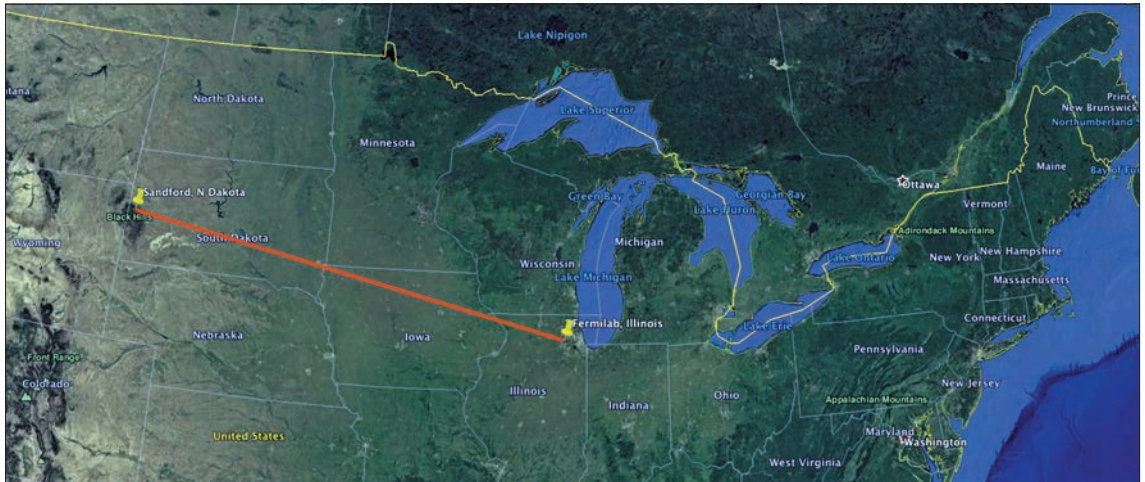
Viens no šādiem eksperimentiem tiek veidots ASV, kur neitrino tiks šauti cauri apmēram 1300 km zemes no *Fermilab* uz Stenfordas pazemes izpētes centru. Šāds eksperiments tiek plānots, lai turpinātu jau veiktos pētījumus, kuros atklājās, ka neitrino mēdz



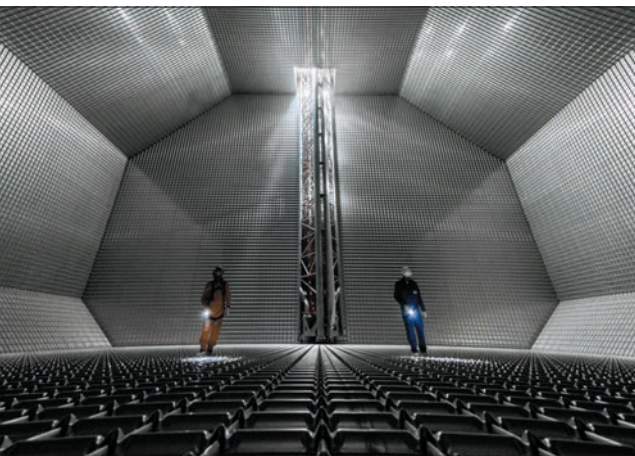
CERN datu centru shēma.



Neitrino eksperimenta shēma.



Neitrino ceļa projekcija no *Fermilab* līdz detektoram Stenfordā.



Sašķidrinātās dabasgāzes tankuģa tvertnes iekšpuse.

Avots visiem attēliem P.C. prezentācija (CERN).

mainīt to tipu. Eksperimenti nepieciešami, lai veidotu šo dažādo neitrino tipu hierarhiju (pēc masas). Šobrīd nav zināmas šo neitrino veidu masas un kurš ir kurš pēc izmēra, kas arī atšķiras.

Lai veiktu šādu pētījumu, ir nepieciešams milzīgs detektors, neitrino ļoti vāji mijiedarbojas ar matēriju. ASV eksperimentā kā detektoru izmantos milzīgas tvertnes, kas tiks piepildītas ar apmēram 40 000 t sašķidrinātā argona. CERN dalība šajā projektā būs argona tvertņu projektēšana. Par pamatu ņemta sašķidrinātās dabasgāzes tankuģu tvertne, veidojot tai īpašu pārklājumu. Tvertnes plānotie izmēri ir 62,00 x 15,10 x 14,00 m, un tajā ietilps 17 432 t sašķidrinātā argona.

## Vēl lielāku enerģiju paātrinātāji

*LHC* iespējas, pat veicot uzlabojumus, tiks izsmeltas tā izmēra – 27 km dēļ, jo, veicot uzlabojumus, tā enerģiju var palielināt apmēram divas reizes, tālāk nepieciešama lielāka mašīna.

*CERN* jau šodien pēta iespējamo tālāko attīstību un jaunu paātrinātāju izveidi. Kā reālākās tiek izskatītas divas idejas – 42 km garš lineārs paātrinātājs vai apmēram 100 km garš riņķveida paātrinātājs, kas būtu līdzīgs *LHC*, tikai lielāks. Dažādie attīstības virzieni tiks pētīti līdz 2018. gadam, kad būs gatavas izmaksu aplēses un iespējamo paātrinātāju dizaina projekti.

Interesanti: ja 100 km paātrinātājs tiktu uzbūvēts, tā daļiņu kūļa enerģija būtu apmēram 8 GJ (*LHC* tie ir 360 MJ). Tas ir pielīdzināms pilnībā pielādētas *Airbus A380* lidmašīnas enerģijai, kad tā traucas krūīza ātrumā. Šāda enerģija būs "jāsavalda" un jānovirza pa 100 km garu riņķi ar diametru dažī centimetri (*LHC* – 6,3 cm).

## Enģeļu un dēmonu mašīna

*CERN* plānos ietilpst arī vairāku citu jaunu eksperimentu izveide un esošo uzlabošana. Lasītājam noteikti būs interesanti uzzināt, ka *CERN* tiešām pastāv "enģeļu un dēmonu" mašīna, kurā no antiprotoniem un antielektroniem (pozitroniem) tiek veidots antiūdeņradis (reāla antimatērija). Šīs mašīnas nosaukums ir *ELENA*. Kā P. Koljers **jokojo**t teica, ir plāns antiūdeņradi uzkrāt pudelēs un tad aizvest uz kādu pagrabu Vatikānā, lai to (Vatikānu) uzlaistu gaisā<sup>3</sup>...

Patiesībā šāda plāna, protams, nav. Jo, pirmkārt, jau līdz pat šai dienai radītais anti-



Pauls Koljers 2015. gadā. Šī bija otrā viņa vizīte Latvijā, pirmo reizi zinātnieks RTU viesojās 2013. gadā. *Foto no RTU fotogalerijas*

matērijas daudzums vienkārši nav pietiekams, lai šādu aktu paveiktu. *ELENA* plānots papildināt ar papildu antiprotonu dzesēšanas riņķi. To plānots pabeigt šogad, vēlākais – nākamgad. Un tad gan *CERN* spēs radīt antiūdeņraža daudzumu, ko būs vērts pildīt pudelēs. Tiesa, arī tad viņiem nebūs pat slēpta mērķa kaut ko uzlaist gaisā. 🐦

<sup>3</sup> Dena Brauna grāmatā "Enģeļi un dēmoni" un pēc tās uzņemtā filmā *CERN* radīta antimatērija (to viņi ļoti-ļoti-ļoti nelielos daudzumos tiešām arī dara) tiek izmantota Vatikāna uzspridzināšanas mēģinājumam. Kā no raksta var noprast, šobrīd tā ir zinātniskā fantastika, kas pēc antiprotonu iekārtas uzlabošanas kļūs par zinātnes faktu.



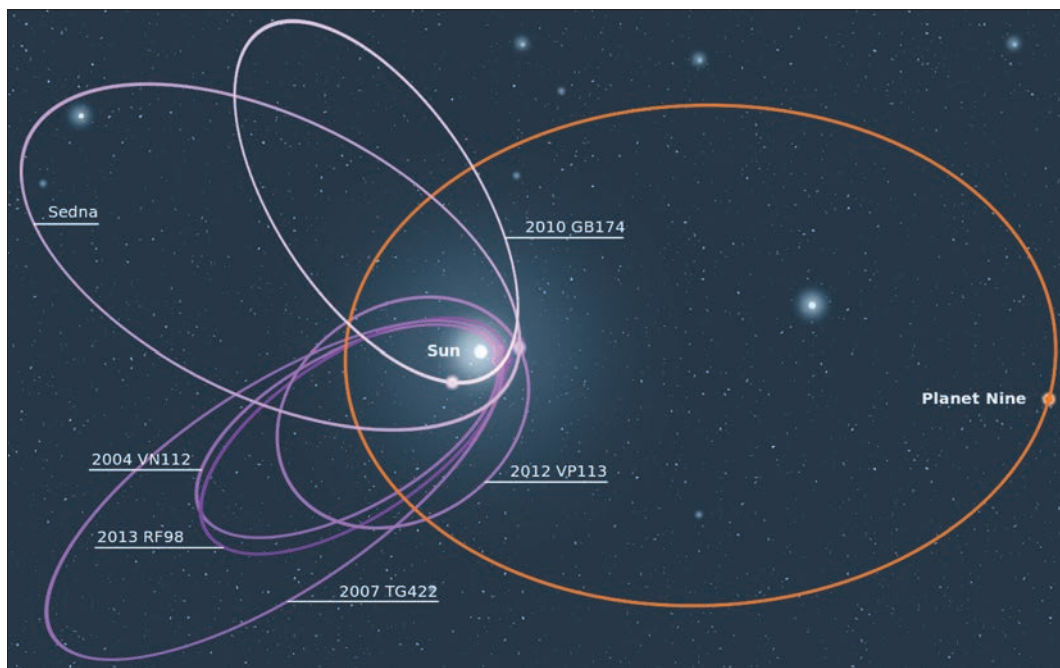
ILGONIS VILKS, AJA KALNIŅA

## IESPĒJAMĀS PLUTONA AIZSTĀJĒJS

2006. gadā astronomi izsvītroja Plutonu no lielo planētu saraksta un Saules sistēmā palika tikai astoņas lielās planētas. Tagad, pēc desmit gadiem, var gadīties, ka Plutonam ir radies aizstājējs, jauna devītā planēta. Divi Kalifornijas Tehnoloģiju institūta astronomi Konstantīns Batigins un Maiks Brauns ar datormodelēšanas palīdzību, iespējams, ir atraduši devīto Saules sistēmas planētu. Ironiski, bet tieši M. Brauns bija tas, kura dēļ Plutons zaudēja savu planētas statusu, jo šis astro-

noms atklāja Eridu, kas bija tikpat liela kā Plutons.

Pēc zinātnieku aprēķiniem, hipotētiskā planēta ar savu gravitācijas spēku nobīda sešu debesu ķermeņu orbītas, tai skaitā arī Sednas orbītu. Šādas planētas perigejs atrastos no Saules apmēram 200 astronomisko vienību attālumā, un planēta veiktu vienu apriņķojumu ap Sauli aptuveni 15 tūkstošos gadu. Ar šobrīd pieejamiem teleskopiem to atrast būs ļoti grūti, jo tā atrodas tālu un debess



iespējamā devītās planētas orbīta (oranžā krāsā) un sešu analizēto objektu orbītas (violetas).

Wikimedia Commons attēls



apgabals, kurā planēta meklējama, ir ļoti plašs.

Sedna riņķo tālu ārpus Koopera joslas, un bija nepieciešams izskaidrot, kas Sednu "aizsviedis" tik tālu no Saules. To varēja izdarīt garāmejošas zvaigznes gravitācijas spēks. Tomēr "vaininieks" varēja būt arī liela planēta, kas riņķo ap Sauli daudz tālāk par Neptūnu. Turpmākajos gados tika atklāti vairāki citi objekti ar līdzīgām orbītām un parādījās materiāls analīzei. Amerikāņu astronomi Skots Šepards un Čads Trudžilo ievēroja, ka šie objekti perihēlijā atrodas tuvu ekliptikai un ka šādu efektu var izraisīt tāla, liela planēta, kas iedarbojas uz tiem ar savu gravitācijas spēku. Taču viņi neatstīja ideju tālāk.

M. Brauns un K. Batigins konstatēja, ka objektu orbītas atrodas ne vien tuvu ekliptikai, bet arī to perihēlija punkti atrodas netālu cits no cita. Tas jau bija nopietnāks arguments

par labu devītās planētas pastāvēšanai, jo šāda izkārtojuma nejaušas izveidošanās iespējamība ir tikai 0,007%. Viņi veica mēnešiem ilgu datormodelēšanu, meklējot, kāda varētu būt hipotētiskās planētas orbīta un masa. Visticamākais variants bija, ka meklējamās planētas masa ir robežās no 5 līdz 15 Zemes masām un tās orbītas perihēlijs ir pretējā pusē analizēto objektu perihēliju satikšanās punktam (*skat. zīmējumu*). Viņi arī spēja norādīt debess sektoru, kur "devītā planēta" pašlaik varētu atrasties.

Kamēr jaunā planēta nav ieraudzīta teleskopā, tās pastāvēšana ir tīri hipotētiska, taču jau ir sākti novērojumi ar Subaru 8 metru diametra teleskopu Havaju salās. Šā teleskopa priekšrocība, salīdzinot ar citiem līdzīga izmēra instrumentiem, ir plašais redzeslauks, jo atrast nezināmu planētu ir kā meklēt adatu siena kaudzē, pat droši nezinot, vai tā tur ir. *Materiāls tapis "Ēnu dienas 2016" ietvaros.* 🐦

IRENA PUNDURE

## SAVĀDA ZVAIGZNE KIC 8462852 GULBJA ZVAIGZNĀJĀ

Zvaigzne, nosaukta par KIC 8462852<sup>1</sup>, pēdējā laikā jaunumos ir bijusi ar neizskaidrotu un divainu uzvešanos. NASA *Keplera* misija ir pārraudzījusi šo zvaigzni četrus gadus, novērojot divus neparastus notikumus 2011. un 2013. gadā, kad zvaigznes gaisma kļuva vāja dramatiskā nekad agrāk neredzētā veidā. Kaut kas bija noskrējis gar zvaigzni un aizturējis tās gaismu, bet kas?

---

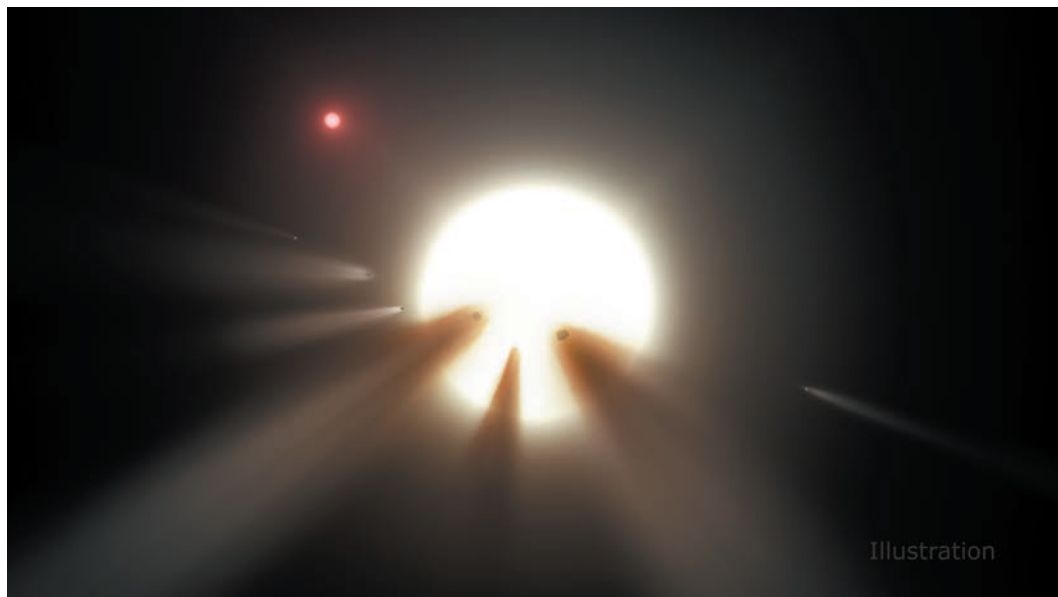
<sup>1</sup> KIC 8462852 – noslēpumaina zvaigzne Gulbja zvaigznājā 1480 gaismas gadu attālumā no Zemes, kuras neparastās gaismas svārstības ir atklājuši amatier- vai neprofesionāli (*citizen*) zinātnieki projekta *Planētu mednieki (Planet Hunters)* ietvaros. KIC (*Kepler Input Catalog*) – *Keplera* publiska pētījumu (*searchable*) datu bāze.

Par iegūtajiem datiem zinātnieki vispirms ziņoja septembrī, domādami par spietojošu komētu saimi (*sk. att. 16. lpp.*) kā pašu iespējamāko izskaidrojumu. Cits iemesls varētu būt planētu un asteroīdu fragmenti.

Jauns pētījums, izmantojot datus no NASA Spicera kosmiskā teleskopa (KT), veltīts šim noslēpumam, atrod vairāk pierādījumu komētu spieta iesaistīšanas scenārijam. Pētījums, ko vada M. Marengo (*Iowa State University, Ames, ASV*), ir pieņemts publicēšanai<sup>2</sup> žurnālā *Astrophysical Journal Letters*.

---

<sup>2</sup> M. Marengo, A. Hulsebus, S. Willis raksts KIC 8462852: *The Infrared Flux* publicēts žurnālā *The Astrophysical Journal Letters*, Vol. 814, Iss. 1, article id. L15, 5 pp. (2015). *Bibl. Code* 2015 ApJ...814L..15M



Mākslinieka iespaids par putekļainu komētas fragmentu orbitējošo spietu – iespējamo izskaidrojumu neparastam KIC 8462852 gaismas signālam. Šī ilustrācija rāda zvaigzni aiz komētas druskām. Zvaigznes KIC 8452852 novērojumi ar NASA Keplera un Spicera (*Spitzer*) Kosmiskajiem teleskopiem uzvedina uz domām, ka tās neparastie gaismas signāli, iespējams, ir no putekļainas komētas fragmentiem, kas aizturēja zvaigznes gaismu, kad tie šķērsoja zvaigznes priekšplānu 2011. un 2013. gadā. Uzskata, ka komētas ceļo ap zvaigzni ļoti garā ekscentriskā orbitā.

NASA/JPL-Caltech ilustrācija

Viens veids, lai uzzinātu vairāk par zvaigzni, ir pētīt to infrasarkanajā gaismā. Keplera KT to bija novērojis redzamajā gaismā. Ja planētu iedarbība vai sadursme starp asteroidiem bija par iemeslu KIC 8462852 noslēpumam, tad tur vajadzētu būt papild-infrasarkanajam starojumam apkārt zvaigznei. Putekļainām klinšu grunts druskām vajadzētu blāznot infrasarkanajos viļņu garumos.

Vispirms pētnieki mēģināja meklēt infrasarkanā gaismu, izmantojot NASA platleņķa infrasarkanā apskata pētnieku *WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer)*, un neatrada neko. Bet šie novērojumi bija veikti 2010. gadā, pirms divainos notikumus redzēja *Keplers* un iekams jebkādas sadursmes būtu izraisījušas putekļus.

Lai meklētu infrasarkanā gaismu, kas varētu būt radusies pēc divainajiem notikumiem,

pētnieki vērsās pie *Spicera*, kas, tāpat kā *WISE* (angl. gudrs, vieds), arī uztver infrasarkanā gaismu. Saskaņā ar *Spitzer/Kepler* novērojumu programmu *Spicers* ir novērojis visus simtus tūkstošu zvaigžņu, kur *Keplers* meklēja planētas, cerībā atrast infrasarkanā starojumu no apzvaigžņu putekļiem. Izrādījās, ka *Spicers* bija novērojis KIC 8462852 pavisam nesen – 2015. gadā.

Bet, tāpat kā *WISE*, *Spicers* neatrada nekādu nozīmīgu infrasarkanās gaismas starojumu no siltajiem putekļiem. Tas dara klinšainās sadursmes teorijas ļoti neiespējamās un labvēlīgas idejai, ka aukstās komētas ir atbildīgas par zvaigznes spožuma pavājināšanos. Tas ir iespējams, kad komētu saime ceļo ļoti garā ekscentriskā orbitā ap zvaigzni. Bara priekšgalā varētu būt ļoti liela komēta, kas aizturēja zvaigznes gaismu 2011. gadā,

kā pamanīja *Keplers*. Vēlāk, 2013. gadā, komētas saimes atlikums, daudzveidīgu fragmentu grupa, atpaliekot aizmugurē, ir noskrējusi gar zvaigzni un atkal bloķējusi tās gaismu.

Ap šo laiku, kad *Spicers* novēroja zvaigzni 2015. gadā, šis komētas varētu būt tālu prom, turpinot savu garo ceļojumu apkārt zvaigznei. Tās nevarētu atstāt kādas infrasarkanās pēdas, ko varētu atrast.

Ir nepieciešams vairāk novērojumu, lai atrisinātu KIC 8462852 gadījumu. "Tā ir ļoti divaina zvaigzne," teica pētījumu vadītājs M. Marengo. "Tas man atgādina, kā mēs pir-

moreiz atklājām pulsārus. Tie izstaroja savādus signālus, kādus nekad iepriekš neviens nebija redzējis, un pirmais atklātais pulsārs tika nosaukts LGM-1 vārdā, "Little Green Men"<sup>3</sup>." Beigās LGM-1 signāli izrādījās esam dabiska parādība.

"Mēs varam vēl nezināt, kas notiek apkārt šai zvaigznei," Marengo piebilda. "Bet tieši tas dara to tik interesantu."

Pēc NASA's *Jet Propulsion Laboratory* (Pasadena, Kalifornija) 24.nov.2015. ziņas

<sup>3</sup> "Little Green Men" – angl. mazie zaļie vīriņi.

### Vairāk ziņu:

- par *Keplera* un *Spicera* misijām – <http://www.nasa.gov/kepler> un <http://spitzer.caltech.edu> un <http://www.nasa.gov/spitzer>;
- par citplanētām un NASA planētu atklāšanas programmām – <http://planetquest.jpl.nasa.gov>.

IRENA PUNDURE

## HABLS IEGŪST ZAIGOJOŠU DIMANTIEM LĪDZĪGU ZVAIGŽŅU KLĀTU GOBELĒNU

Atgādinot dimantiem bagātīgu gobelēnu, šis attēls (*sk. 18. lpp.*) no NASA Habla kosmiskā teleskopa rāda mirdzošu zvaigžņu kopu, kas satur mūsu Piena Ceļa galaktikā redzamo dažu spožāko zvaigžņu kolekciju. Saukta par *Trumpler\* 14*, tā izvietota Kuģa Ķīļa (*Carina*) miglājā, milzīgā zvaigžņu veidošanās apgabalā. Tā kā kopa ir tikai 500 000 gadu veca, tajā ir viena no vislielākajām masīvu, spožu zvaigžņu koncentrācijām visā Piena Ceļā.

\* Roberts Jūliuss Trimplers (*R.J. Trümpler*, 1886-1956) – šveiciešu izcelsmes amerikāņu astronoms, pētījis galvenokārt galaktiskās zvaigžņu kopas, izstrādājis valējo kopu klasifikāciju un attālumu noteikšanas metodi pēc spektra un spožuma diagrammas. Trimplera (*Trumpler*) katalogs satur 37 valējās zvaigžņu kopas.

Šis saliktais kopas *Trumpler 14* attēls veidots no datiem, kas iegūti 2005.-2006. gadā ar *Habla* modernizēto kameru debess lauku apskatiem (*Advanced Camera for Surveys*). Zilais B, vizuālais V un infrasarkanais platjoslu filtrs apvienoti ar filtriem, kas izdala ūdeņraža un slāpekļa starojumu no valējās kopas apkārtējās kvēlojošās gāzes.

Dimanti ir mūžīgi, bet šis zili baltās zvaigznes ne. Tās sadedzina savu ūdeņraža kurināmo tik neganti, ka tās uzsprāgs kā pārnovas tikai nedaudzos miljonos gadu. Zvaigžņu "vēju" aizplūdes sakopojums un galu galā pārnovas sprādziena viļņi izgriezīs čaurumus gāzu un putekļu tuvējos mākoņos. Šī uguņošana izraisīs jaunas paaudzes zvaigžņu rašanos notiekošajā zvaigžņu dzimšanas un beigu ciklā.



*Trumpler 14* – vaļējā zvaigžņu kopa ar diametru seši gaismas gadi, izvietota Kuģa Ķīļa (*Carina*) miglāja iekšējo apgabalu robežās aptuveni 8000 gaismas gadu attālumā no Zemes. Tā ir viena no zvaigžņu asociācijas *Carina OB1* – lielākās asociācijas Kuģa Ķīļa miglājā – galvenajām kopām. Ap 2000 zvaigžņu ir identificētas kopā *Trumpler 14*, un kopas summārā masa ir novērtēta ap  $4300 M_{\odot}$ . Mazais, tumšais samezglojums *pa kreisi no centra* ir gāzu bumbulis ar putekļiem un iezīmējas uz debess fona.

NASA, ESA, Z. Levay (STScI) un J. Mažz Apelljiz (Institute of Astrophysics of Andalusia, Spain), N. Smith (University of Arizona) *astronomiska ilustrācija*

Pēc vietnes *HubbleSite* 21.janv.2016. jaunumu paziņojuma *STScI-2016-03* 🐦



DMITRIJS DOCENKO

## NEPASTĀVĪGAS SPOKU DAĻIŅAS: 2015. GADA NOBELA PRĒMIJA FIZIKĀ

Šī Nobela prēmija atzīmē vienu no pēdējo gadu desmitu svarīgākajiem eksperimentālajiem atklājumiem: ap gadu tūkstošu miju dati no Super-Kamiokande detektora Japānā pierādīja atmosfēras neitrīno oscilācijas un dati no Sadberijas Neitrīno observatorijas (SNO) Kanādā pierādīja, ka arī Saules neitrīno maina savu aromātu (t.i., pārvēršas starp dažādiem neitrīno tipiem), tādējādi pārliecinoši parādot, ka šīm daļiņām ir no nulles atšķirīga miera masa.

Neitrīno daļiņu jēdzienu fizikā ieviesa Austrijas fiziķis Volfgangs Pauli kā iespējamo izskaidrojumu beta-sabrukšanas procesam, kurā šķietami nesaglabājās enerģijas un impulsa nezūdamības likumi. 1930. gadā viņš piedāvāja tēzi, ka sabrukšanā rodas vēl viena, elektriski neitrāla daļiņa, kura netiek reģistrēta eksperimentā, kas arī aiznes daļu enerģijas un impulsa no sabrukšanas procesa.

Tagad mēs zinām, ka no pazīstamām masīvām elementārdaļiņām pēc skaita neitrīno ir visvairāk izplatītas Visumā: katrā kubikcentimetrā atrodas ap 330 neitrīno, vairākums no kuriem tika radīti īsi pēc Lielā Sprādziena (tas ir **reliktais neitrīno fons**, kas ir fotonu reliktā starojuma analogs). Tiesa gan, šie neitrīno nav reģistrējami ar mūsdienu metodēm sava niecīgā mijiedarbības šķērsgriezuma dēļ; eksperimentāli ir iespējams reģistrēt tikai augstāko enerģiju neitrīno no citiem četriem avotiem:

- kodolreakcijām **kodolreaktoros**;
- kodolreakcijām **Saules kodolā**. Visvairāk neitrīno izdalās divu protonu saplū-

šanā deitērija kodolā, taču to enerģija ir neliela ( $E < 0,5$  MeV), kas apgrūtina to reģistrāciju. SNO eksperiments spēja reģistrēt tikai neitrīno ar enerģiju virs 5 MeV; tie rodas  $^8\text{B}$  sabrukšanas reakcijās, kas notiek retāk (tikai ap 0,01%–0,02% gadījumu), taču to enerģija ir lielāka un sasniedz līdz pat 14 MeV;

- Zemes **atmosfēras**, kur kosmiskie stari mijiedarbojas ar kodoliem un rada pionus  $\pi$ , kas ātri sabrūk par mioniem  $\mu$  un mionu antineitrīno  $\bar{\nu}_\mu$ . Pats mions  $\mu$  vēlāk arī sabrūk, radot mionu neitrīno  $\nu_\mu$  un elektronu antineitrīno  $\bar{\nu}_e$ . Pēc skaita šo neitrīno plūsma ir daudz vājāka nekā Saules neitrīno, taču to lielāka enerģija atvieglo reģistrāciju;
- enerģētiskiem procesiem Visumā. Šo **superaugsto enerģiju neitrīno** ( $E > 10$  GeV) skaits ir salīdzinoši niecīgs, taču to signāls ir daudz stiprāks, kas atļauj izmantot liela apjoma (līdz pat kubikkilometram!) zemūdens un zemledus detektorus (*IceCube*, *ANTARES*, *KM3NeT*, Baikāla neitrīno "teleskopi").

Neitrīno daļiņām pastāv trīs **aromāti** (veidi): elektronu neitrīno  $\nu_e$ , mionu neitrīno  $\nu_\mu$  un tau-neitrīno  $\nu_\tau$ . Katrs no aromātiem atbilst vienam lādētam leptonam: elektronam  $e$ , mionam  $\mu$  un tau-leptonam  $\tau$  (*1. att.*). Lai izskaidrotu mionu un citu elementārdaļiņu sabrukšanu, tika ieviesti nezūdamības likumi kopējam leptonu skaitam<sup>1</sup>, kā arī katras paauzdes

<sup>1</sup> Katra leptona daļiņas (piemēram, elektrona) leptonu skaits ir viens, un katras leptonu antidaļiņas (piemēram, pozitrona) leptonu skaits ir -1.

0.511 MeV -1 1/2 elektrons	105.7 MeV -1 1/2 mions	1777 MeV -1 1/2 tau-leptons
< 2 eV 0 1/2 elektronu neitrīno	< 0.19 MeV 0 1/2 mionu neitrīno	< 18.2 MeV 0 1/2 tau neitrīno

1. att. Trīs leptonu paaudzes elementārdaļiņu Standartmodelī. Augšējā rinda satur lādētus (elektrons, mions un tau-leptons), bet apakšējā – atbilstošus nelādētus leptonus (neitrīno). Katrā lauciņā ir dots daļiņas simbols un nosaukums, kā arī norādīta informācija par atbilstošu daļiņu: tās miera enerģija, lādiņš (vienāds visiem lādētiem leptoniem) un spins (vienāds visiem leptoniem).

Avots: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Standard\\_Model\\_of\\_Elementary\\_Particles.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Standard_Model_of_Elementary_Particles.svg)

(elektronu, mionu un tau) leptonu skaitam.

Neitrīno, kā arī citi leptoni, nepiedalās stiprā mijiedarbībā, un, tā kā tiem nav elektriskā lādiņa, tie nepiedalās arī elektromagnētiskā mijiedarbībā. Vienīgais veids, kā tie mijiedarbojas ar citām daļiņām, ir **vājā mijiedarbība**, bet tā tiešām ir vāja, tādēļ neitrīno ir ārkārtīgi grūti eksperimentāli novērot. Tam ir nepieciešamas lielas eksperimentālas iekārtas, jutīgi detektori, kas reģistrē katru neitrīno mijiedarbības notikumu, kā arī absolūti drošs veids, kā atšķirt meklējamo signālu no citiem notikumiem.

Neitrīno daļiņu pirmo veiksmīgo eksperimentālo novērojumu rezultāti tika publicēti 1956. gadā (Rainesa un Kouena eksperiments, 1995. gada Nobela prēmija fizikā); tajā šis praktiski nenotveramās daļiņas tika radītas kodolreaktorā un augsta daļiņu plūsmas atļāva to reģistrēt apgrieztā beta-sabrukšanas reakcijā. Eksperiments pierādīja, ka Pauli "uz papīra" atklātā daļiņa tiešām eksistē.

Divpadsmit gadus vēlāk Raimonds Deviss (*Raymond Davis*, 2002. gada Nobela prēmija

mija<sup>2)</sup>) publicēja sava eksperimenta rezultātus, kurā viņš pirmoreiz novēroja Saules neitrīno. To plūsma ir ļoti liela: tūkstošiem miljardu Saules neitrīno izlido caur cilvēka ķermeni katru sekundi, mums to nenojaušot. Pat Zeme ir praktiski caurspīdīga šai daļiņu plūsmai: caurlidojot Zemi, tiek apstādināts tikai viens no  $10^{12}$  Saules neitrīno. Lai novērotu pat nēcīgu signālu, Deviss detektoram izmantoja 615 tonnas jutīgās  $C_2Cl_4$  vielas un eksperimentāli reģistrēja vidēji ap 0,5 neitrīno mijiedarbības vienā dienā. Tas bija neitrīno astronomijas sākums, kas parādīja arī tās pamatprincipu: jāizmanto lieli jutīgās vielas apjomi.

Devisa eksperiments negaidīti parādīja arī nesaskaņu ar Saules modeļiem: tas reģistrēja aptuveni trīs reizes mazāk neitrīno, nekā teorētiski paredzēts. To apstiprināja arī citi eksperimenti; pretruna tika nosaukta par "Saules neitrīno problēmu"<sup>3)</sup>.

Šai problēmai tika piedāvāti vairāki atrisinājumi, un viens no tiem, kuru 1957. gadā piedāvāja Padomju Savienībā imigrējis itāļu fiziķis Bruno Pontekorvo, ir **neitrīno oscilācijas**, tas ir, neitrīno aromāta maiņa, kas varētu notikt gadījumā, ja tiem būtu miera masa. Šajā modeli elektronu neitrīno, kas rodas Saules kodolā, pa ceļam daļēji pārvēršas citos veidos – mionu un tau-neitrīno, kas ir neregistrējami Devisa eksperimentā.

Lai pārbaudītu šo hipotēzi, Kamiokande detektors Japānā (idejas autors Masatoši Košiba, 2002. gada Nobela prēmija fizikā), kas apstiprināja Devisa rezultātus, tika pārbūvēts un nosaukts par Super-Kamiokande (*Super-Kamioka Neutrino Detection Experiment*, 2. att. vāku 4. lpp.). Atšķirībā no Devisa eksperimenta šis detektors ir spējīgs no-

<sup>2)</sup> Sk. *Balklavs A.* 2002. gada Nobela prēmijas fizikā – astrofizikā. – *ZvD*, 2002/03, Ziema (178), 19.-22. lpp. <https://dSPACE.lu.lv/dSPACE/handle/7/1402>

<sup>3)</sup> Sk. arī *Smirnova O.* Saules neitrīno problēma. – *ZvD*, 2010/11 Ziema (210), 2.-6. lpp. <https://dSPACE.lu.lv/dSPACE/handle/7/2956>

teikt arī neitrīno izplatīšanas virzienu, kā arī atšķirt elektronu un mionu neitrīno (detektors nav jutīgs pret tau-neitrīno). Tas novēroja, ka atmosfēras mionu neitrīno plūsma, kas nāk no augšas, aptuveni divreiz pārsniedz plūsmu, kas rodas citā Zemes pusē un ienāk detektorā no apakšas, taču teorētiski būtu sagaidāms, ka no visām Zemes pusēm ejošām neitrīno plūsmām ir jābūt vienādām. To prezentējot 1998. gadā, tolaik atmosfēras neitrīno grupas vadītājs Takaaki Kadžita (*Takaaki Kajita*) uzsvēra, ka tas ir neitrīno oscilāciju pierādījums.

Pēc diviem gadiem pirmos rezultātus ziņoja Arturs Makdonalds (*Arthur B. McDonald*) no Sadberijas Neitrīno observatorijas (*Sudbury Neutrino Observatory*, 3. att. vāku 3. lpp.), kas novēroja neitrīno no Saules. Tajā pirmoreiz tika reģistrēti kā visi trīs neitrīno veidi kopā, tā arī elektronu neitrīno atsevišķi. Eksperimenta rezultātā tika atrisināta Saules neitrīno problēma: tika parādīts, ka visu aromātu kopēja neitrīno plūsma ir saskaņā ar Saules modeļiem, kā arī apstiprināts, ka elektronu neitrīno plūsma veido aptuveni vienu trešdaļu no kopējās.

Par šiem eksperimentālajiem pierādījumiem divi grupu vadītāji arī saņēma 2015. gada Nobela prēmiju (4. att.).

Lai saprastu neitrīno oscilācijas iemeslu, ir jāpaskaidro **kvantu superpozīcijas** princips, kas postulē, ka daļiņas var atrasties gan vienā stāvoklī, gan arī vienlaicīgi būt dažādos stāvokļos, kas klasiski būtu neiespējami (piemēram, atrasties vienlaicīgi dažādās vietās). Pat vairāk: ja daļiņai ir noteikts viens no tās parametriem, tad var būt, ka dažu citu parametru vērtības nevar būt noteiktas, jo daļiņai vienlaicīgi piemīt vairākas šo parametru vērtības. Pazīstamākais piemērs ir Heizenberga nenoteiktības princips, kas parāda, ka daļiņai vienlaicīgi nevar tikt noteikta koordināte un ātrums. Ja tai ir perfekti noteikts ātrums, tad daļiņa vienlaicīgi atrodas visā telpā. Ja tai ir noteikta koordināte, tad tā kustas ar visiem iespējamiem ātrumiem visos



4. att. 2015. gada Nobela prēmijas laureāti Takaaki Kadžita (*Takaaki Kajita*, pa kreisi) un Arturs Makdonalds (*Arthur B. McDonald*) fizikā par neitrīno oscilāciju atklāšanu, kas rāda, ka neitrīno ir masa.

Avots: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2015/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/)

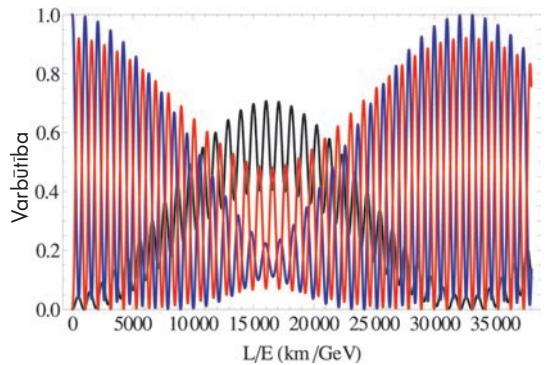
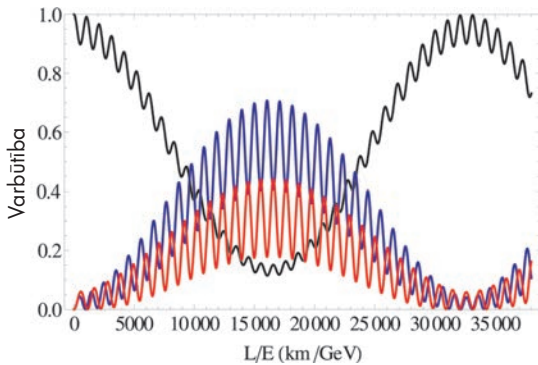
virzienos. Šādā veidā uzvedas tikai daži no daļiņu parametriem; piemēram, daļiņu tips un tās koordināte var būt noteiktas vienlaicīgi.

Līdzīgā veidā šo abpusēji nenoteikto īpašību pāris neitrīno ir daļiņas aromāts un masa<sup>4</sup>. Noteiktā aromāta daļiņām ("aromāta īpašstāvokļiem") nav noteiktas masas un otrādi: noteiktās masas daļiņām ("masas īpašstāvokļiem") nav noteikta aromāta.

Kad neitrīno rodas kodolreakcijā vai tiek reģistrēts detektorā, tam piemīt noteikts aromāts un enerģija. Taču pa ceļam tā ātrums tiek noteikts ne tikai ar enerģiju, bet arī ar daļiņas miera masu (vai miera enerģiju  $E_{\text{miera}} = m_{\text{miera}} c^2$ ). Var teikt, ka dažādu masu neitrīno komponentes ceļo ar nedaudz atšķirīgiem ātrumiem, jo masu īpašstāvokļiem kinētiskā enerģija, kas ir starpība starp kopējo enerģiju un miera enerģiju, ir atšķirīga. Tā rezultātā notiek fāzu nobīde starp dažādas masas īpašstāvokļiem, kas izpaužas kā neitrīno aromāta periodiskā maiņa – **neitrīno oscilācijas** (5. att.).

Ir svarīgi piezīmēt, ka elementārdaļiņu Standartmodelī neitrīno nav masas, tātad neit-

<sup>4</sup> Tas pats attiecas arī uz kvarkiem.



5. att. Neitrīno aromāta oscilācijas, ja daļiņa sākumā bija elektronu neitrīno (*pa kreisi*) vai mionu neitrīno (*pa labi*). Dažādu krāsu līnijas ir varbūtības reģistrēt noteikta aromāta daļiņu: elektronu (*melnā līnija*), mionu (*zilā*) vai tau (*sarkanā*) neitrīno. Varbūtība ir atkarīga no ceļa  $L$  attiecības pret daļiņas enerģiju  $E$ , jo tas nosaka masu īpašstāvokļu fāzu nobīdi. Tika izmantotas aptuvenas neitrīno samaisīšanas parametru vērtības.

Avots: <http://demonstrations.wolfram.com/NeutrinoOscillations/>

rīno oscilāciju novērojumi ir pirmais pierādījums tam, ka Standartmodelis nav pilnīgs. Ar to ir saistīti daži jautājumi, atbildes uz kuriem pagaidām nav zināmas.

- Kāpēc neitrīno masa ir tik maza, salīdzinot ar lādētiem leptoniem un kvarkiem? Vai to masa tiek ģenerēta ar Higsa bozonu, vai arī pastāv cits mehānisms, kas ir raksturīgs nelādētiem fermioniem?
- Vai neitrīno oscilācijas var radīt asimetriju starp daļiņām un antidaļiņām? Tas varētu izskaidrot citu mūsdienu problēmu: Visuma barionu asimetriju, t.i., to faktu, ka Visums satur praktiski tikai vielu, neskatoties uz šķietami identiskām vielas un antivielas īpašībām.
- Kādas ir neitrīno masas un dažādu aromātu samaisīšanas parametri? Kurš neitrīno tips ir vieglāks un kurš ir smagāks? No oscilāciju datiem var noteikt tikai masu īpašstāvokļu masu starpības kvadrātus. Lai atbildētu uz šiem jautājumiem, pašlaik tiek veikti vairāki eksperimenti (tālāk minēti tikai daži):
- *JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory)* eksperiments Ķīnā, *NOvA* eksperiments *Fermilab* laboratorijā ASV,

- T2K (Tokai to Kamioka)* eksperiments Japānā, kā arī *Double Chooz* eksperiments Francijā nosaka masas hierarhiju, t.i., masas īpašstāvokļu sakārtojumu, kā arī precīzas samaisīšanas parametru vērtības;
- *GERDA (The GERmanium Detector Array)* eksperiments meklē dubulto beta-sabrukšanu bez neitrīno, kas pierādītu, ka neitrīno daļiņa ir pati sava antidaļiņa (t.s. Majorana fermions);
- *KATRIN (Karlsruhe Tritium Neutrino Experiment)* noteiks elektronu antineitrīno masu, ja tā pārsniedz 0,2 eV. Domājams, ka dažu gadu laikā mūs gaida jauni atklājumi gan neitrīno fizikā, gan arī astronomijā.

### Literatūra:

- Oficiālā Nobela komitejas informācija: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2015/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2015/)
- *Drexlin G., Lindner M. und Weinheimer Ch.* *Wandelbare Geisterteilchen.* – *Physik Journal*, **14** (2015), Nr. 12, 24.-28. lpp.
- Bruno Pontecorvo arhivs: <http://pontecorvo.jinr.ru/> 🐦

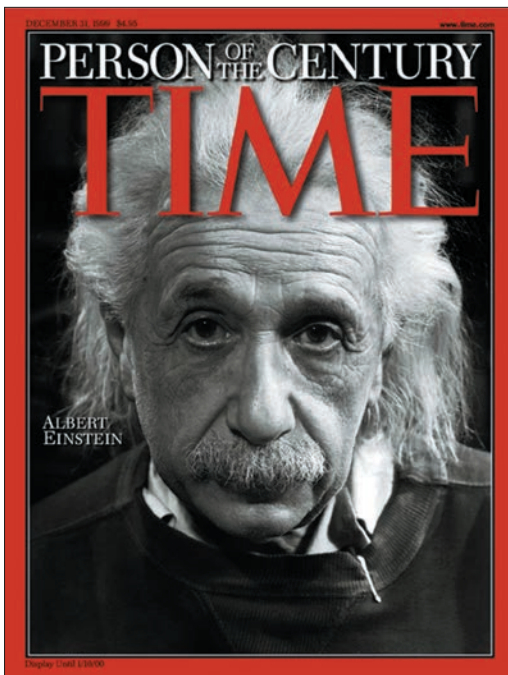


## EINŠTEINS UN VIŅA NOBELA PRĒMIJA

Gaidot jauno gadu tūkstoti, amerikāņu žurnāls *Time* 1999. gadā publicēja 20. gadsimta simts nozīmīgāko personību sarakstu. Saraksts tika iedalīts piecās lielās grupās – pasaules līderi un revolucionāri, zinātnieki un domātāji, cēlāji un titāni, mākslinieki, varoņi. Katrā no šīm grupām žurnāls publicēja divdesmit prominentāko pārstāvju vārdus. Visbeidzot 1999. gada 31. decembra numurā kā žurnāla pirmā vāka ilustrāciju *Time* redakcija publicēja tā cilvēka attēlu, kurš viens pats visvairāk ir ietekmējis visu divdesmito gadsimtu. Šis cilvēks, pēc *Time* redakcijas domām, izrādījās neviens cits kā fiziķis Alberts Einšteins. Pēc žurnāla redakcijas vērtējuma, Einšteins pēc savas nozīmības ir apsteidzis tādas personības kā Amerikas Savienoto Valstu prezidentu Frenklinu Rūzveltu vai Indijas neatkarības kustības iniciatoru un līderi Mahatmu Gandiju, kura idejas iedvesmojušas un turpina iedvesmot daudzus humānistus.

Domāju, ka arī pie mums varētu veikt eksperimentu. Iziet Rīgā uz ielas un nejaušiem garāmgājējiem jautāt, kurš ir visu laiku visslaavenākais zinātnieks? Es būtu gatavs saderēt, ka lielākajā skaitā gadījumu atbilde būtu – Einšteins. Tieši Vācijā dzimušo fiziķi Albertu Einšteinu, modernās fizikas, kvantu mehānikas un relativitātes teorijas pamatlicēju cilvēki visbiežāk saista ar divdesmitā gadsimta zinātnes uzplaukumu.

Runājot par Einšteina fenomenu fizikā un zinātnē kopumā, visbiežāk tiek pieminēts 1905. gads. Albertam Einšteinam tad bija divdesmit seši gadi. Pirms sešiem gadiem, 1900. gadā, Cīrihes Politehniskajā institūtā Šveicē Einšteins bija ieguvis fizikas un matemātikas skolotāja diplomu, taču strādāja Bernes patentu birojā par ekspertu. Tas nozīmē, ka viņš lielā mērā bija nošķirts no kolēģiem un domāja par fiziku, kā mūsdienās teiktu, no darba brīvajā laikā.



Alberts Einšteins nosaukts par gadsimta personu uz žurnāla *TIME* vāka (December 31, 1999, vol. 154, No. 27).

Man šķiet, ka tieši šis apstāklis visspilgtāk raksturo veidu, kā Einšteins darbojās fizikā – intensīvi domājot par ļoti konkrētām fizikālām situācijām. Piemēram, cilvēks skatās uz sevi spogulī. Tad viņš kopā ar spoguli iekāpj vilcienā, kas kustas ar gaismas ātrumu tā, ka spogulis atrodas vagona priekšā, bet cilvēks vagona aizmugurē. Spogulis ar gaismas ātrumu kustas prom no cilvēka, savukārt cilvēks jeb, fizikas valodā, novērotājs ar gaismas ātrumu dzenas tam pakal. Vai šādā situācijā ir iespējams redzēt savu attēlu spogulī? Jautājums izrādījās ļoti dziļš un nopietns.

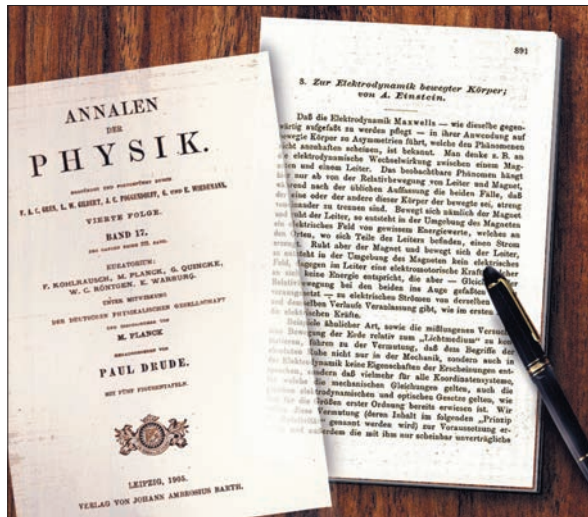
Šo pārdomu iespaidā 1905. gada jūnijā fiziķu aprindās mazpazīstams patentu biroja

eksperts ar skolotāja diplomu Alberts Einšteins praktiski vienīgajā fizikas žurnālā, kuru viņam bija iespējams regulāri lasīt, – *Annalen der Physik* – iesniedza manuskriptu, kura nosaukums bija *Par kustīgu ķermeņu elektrodinamiku*. Šajā rakstā tika likti pamati relativitātes teorijai. Pagaidām tā vēl bija tikai speciālā relativitātes teorija. Tās būtību var noformulēt ar diviem šķietami vienkāršiem apgalvojumiem.

Pirmkārt, fizikas likumi nemainās, ja eksperiments tiek veikts atskaites sistēmā, kas atrodas miera stāvoklī vai arī kustas ar nemainīgu ātrumu. Un, otrkārt, gaismas ātrums ir vienāds visiem novērotājiem neatkarīgi no tā, ar kādu ātrumu viņi kustas attiecībā pret gaismas avotu. Šie apgalvojumi, ja par tiem aizdomājas un saista tos ar jautājumu par novērotāju, kurš skatās uz sevi spogulī, dod precīzu atbildi, ko šis cilvēks spoguļi redzēs.

Tikai ar šo vienu rakstu vien Einšteins kā fiziķis būtu iegājis fizikas vēsturē un būtu pelnījis, lai viņam piešķir Nobela prēmiju. Taču 1905. gadu Einšteina biogrāfijā mēdz saukt par neparasto gadu, bieži lietojot latīnisko terminu – *Annus Mirabilis*. Tam iemesls ir šāds. Dažos mēnešos (no marta līdz septembrim) bez raksta par speciālo relativitātes teoriju Einšteins tai pašā žurnālā iesniedza vēl trīs citus rakstus. Pirmais raksts, kas tika iesniegts martā, bija par fotoefektu. Einšteins piedāvāja savu skaidrojumu parādībai, kā gaisma, krītot uz metāla virsmu, no tās “izsit” elektronus. Šajā rakstā formulētās idejas kalpoja par stūrakmeni kvantu fizikas veidošanai. Raksta tapšana bija ļoti līdzīga kā rakstam par relativitātes teoriju. Savas idejas Einšteins formulēja dziļu pārdomu iespaidā. 1905. gadā vēl neeksistēja precīzi kvantitatīvi fotoefekta eksperimentāli pētījumi. Lidz tiem bija jāpaiet vēl gandrīz desmit gadiem, kad fotoefektu 1914. gadā eksperimentāli sīki izpētīja amerikāņu fiziķis Roberts Millikens.

Pamatideju par gaismas korpuskulāro dabu jeb gaismas kvantu 1900. gadā bija jau piedāvājis cits vācu fiziķis Makss Planks, skaidrojot vispārējās likumsakarības par to,



Pirmā daļa no raksta par Einšteina speciālo relativitātes teoriju un žurnāla *Annalen der Physik* vāks, kurā tas oriģināli publicēts (*Band 17, 1905, 891–921*).

kā gaismu izstaro sakarsēts ķermenis. Taču ir viena būtiska nianse. Ieviešot savu elektromagnētiskā starojuma jeb gaismas kvanta jēdzienu, Makss Planks to konceptuāli saistīja ar starotāja jeb sakarsētā ķermeņa īpašībām, uzskatot, ka starotājs jeb sakarsētais ķermenis gaismu izstaro porcijām – kvantiem. Taču, kad gaisma ir izstarota no starotāja jeb tikusi brīvībā, tā atkal uzvedas kā nepārtraukts vilnis. Šo vilni, piemēram, ar daļēji atstarojošu un daļēji caurspīdīgu stāra daļītāju, var dalīt daļās neierobežoti daudz reižu. Tātad kvanta jeb “enerģijas porcijas” eksistenci varēja mēģināt saistīt ar starotāja, nevis ar pašas gaismas īpašībām.

Turpretī Einšteins savā rakstā attīstīja pieeju, ka gaismas kvanta eksistence ir pašas gaismas īpašība. Tieši par šo ideju Albertam Einšteinam pēc vairāk nekā piecpadsmit gadiem tika piešķirta Nobela prēmija fizikā. Bet par to nedaudz vēlāk. Tagad vēl par 1905. gadu. Šā gada maijā Einšteins iesniedza *Annalen der Physik* vēl vienu rakstu. Šoreiz atkal par pavisam citu tēmu. Viņš izskaidro

Brauna kustību – parādību, ko botāniķis Roberts Brauns novēroja 1827. gadā. Skatoties mikroskopā uz šķīdumā esošiem ziedputekšņiem, viņš pamanīja, ka tie haotiski kustas. Einšteins savā 1905. gada rakstā piedāvāja precīzu un detaļu teoriju tam, kā ziedputekšņi, atrodoties ūdenī, pārvietojas, jo tajos ik pa brīdim ietriecas haotiskā termiskā kustībā esošās ūdens molekulas.

Šis varētu šķist ļoti parasts fizikas pētījums. Taču tā nozīmi nevajadzētu novērtēt par zemu. 1905. gadā vēl nebija vispārpieņemts viedoklis, ka viela sastāv no daļiņām – atomiem un molekulām. Diskusijā par to, vai viela ir nepārtraukta vai arī sastāv no atomiem un molekulām, kas ir daļiņas, bija nepieciešami argumenti un pierādījumi. Sis Einšteina 1905. gada raksts bija pārliecinošs arguments par labu tam, ka atomi un molekulas patiešām ir daļiņas.

Jūnijā tapa jau pieminētā raksta par speciālo relativitātes teoriju manuskripts. Bet arī ar to vēl gada devums nebija pabeigts. 1905. gada septembrī Alberts Einšteins žurnālam *Annalen der Physik* iesniedza sava ceturtā raksta manuskriptu par masas un enerģijas ekvivalenci. Šajā rakstā tiek formulēta droši vien visu laiku slavenākā formula  $E = mc^2$ , kas apgalvo, ka daļiņas masa  $m$  un tās enerģija  $E$  ir ekvivalentas un ka proporcionalitātes koeficients starp masu un enerģiju ir gaismas ātruma kvadrāts. Šī Einšteina formula ir kļuvusi par mūsdienu kultūras sastāvdaļu. To var atrast ne tikai fizikas grāmatās, bet arī uzdrukātu uz T-krakliem, veikalus nosaukumos un daudz kur citur.

Pats par sevi fakts, ka viens fiziķis, darbojoties fizikā atrauti no pētniecības institūtiem, fizikas laboratorijām un universitātēm, tikai epizodiski tiekoties ar saviem kolēģiem, fiziķiem, strādājot vaļas brīžos, kad *maizes darbs* patentu birojā ir padarīts, dažu mēnešu laikā spēj radīt četrus ļoti dažādām fizikas nozarēm velītus darbus, šķiet vienkārši neiespējams. Taču jaunais Einšteins to paveica. Vēl ir vērts pieminēt, ka pirms gada

(1904. gadā) Alberta Einšteina un viņa sievas Milenas Maričas laulībā bija piedzimis viņu pirmais dēls – Hanss Alberts. Arī tas prasīja gan jaunā tēva uzmanību, gan laiku, gan rūpes.

Sie četri pieminētie darbi bija ne tikai ģeniāli. Tie aizsāka jaunu virzienu mūsdienu fizikā. Tā sākās kvantu fizika un relativitātes teorija. Un tas bija pamats, lai vēlāk 1905. gadu Alberta Einšteina dzīvē mēs sauktu par *Annus Mirabilis* jeb neparasto gadu.

Lasot šos rakstus, ļoti spilgti var ievērot Alberta Einšteina metodi teorētiskajā fizikā. Tā lielā mērā ir unikāla un varbūt vairāk atgādina antīko domātāju pieeju, nevis mūsdienu fiziķi. Mūsdienās fiziķi teorētiski ļoti bieži, veidojot savas teorijas, vai nu tieši mēģina izskaidrot neskaidrus eksperimentu rezultātus, vai arī netieši, bet tomēr balstās eksperimentāli novērotos faktos. Einšteins nereti rikojās atšķirīgi. Viņa metode bieži vien tiek dēvēta par domu eksperimentu. Einšteins meklēja atbildes uz jautājumiem, kas būtu, ja veiktu eksperimentu, kurš ir iespējams tikai domās. Piemēram, nav iedomājams, ka reālā dzīvē būtu iespējams eksperiments, kad kāds, braucot vilcienā, kas kustas ar gaismas ātrumu, skatītos uz sevi spogulī. Tikpat pazīstami ir Einšteina domu eksperimenti, ar kuru palīdzību viņš mēģināja saprast, cik pamatota ir kvantu fizika. Dažus viņa domu eksperimentus, piemēram, slaveno Einšteina-Podolska-Rozena paradoksu, fiziķi analizē vēl šobaltdien. Bet par to citreiz.

Lai mūsu priekšstats par Einšteina 1905. gadā paveikto būtu pilnīgs, ir nepieciešams nedaudz pakavēties laikā, kad sākās Einšteina profesionālā darbība. Šo situāciju gadsimtu mijas fizikā labi raksturo kāda epizode no vēl viena kvantu fizikas pamatlicēja Maksa Planka dzīves. Kad Makss Planks mācījās ģimnāzijā Minhenē, viņam esot iepatikusies fizika. Taču arī mūzikā jaunajam Plankam esot bijuši vēra ņemami panākumi. Kādā brīdī, vēl esot ģimnāzists, jaunais Planks Minhenes universitātes fizikas profesoram Filipam

fon Džolijam esot atzinies, ka viņš sākot apsvērt iespēju savu nākotnes dzīvi un karjeru saistīt ar fiziku. Profesors, kā jau godīgs cilvēks, Planku no šā soļa esot mēģinājis atrunāt, sakot, ka fizikā praktiski viss jau ir atklāts. Ir atlicis precizēt tikai dažas detaļas, un fizika kā zinātne būs pabeigta.

Par laimi fizikai, Makss Planks sava skolo-tāja padomam nepaklausīja un sāka vienu šādu neskaidro detaļu precizēt. Kā jau tika minēts, tas bija sakarsēta ķermeņa starojums. Šis šķietami necilās problēmas risinājums bija pirmais solis divdesmitā gadsimta fizikas revolūcijā, kas noveda pie kvantu fizikas rašanās.

Ko šī Planka dzīves epizode mums māca? Ļoti konkrētu lietu. Ir neiespējami paredzēt zinātnes attīstību. Brīdī, kad zinātne atrodas ļoti mierīgā attīstības fāzē un pētnieki precīzē savā nozarē nelielas detaļas, pēkšņi šī darbība var novest pie negaidītiem pavērsieniem, un zinātnes attīstībā sākas pavisam jauna fāze. Bet, lai tā notiktu, ir nepieciešami spilgti, ģeniāli cilvēki. Tādi kā Alberts Einšteins.

Protams, Alberta Einšteina darbība fizikā nebeidzās ar 1905. gadu. Viņš turpināja strādāt ļoti radoši un 1915. gadā pabeidza veidot vispārīgo relativitātes teoriju. Šoreiz tā bija teorija par gravitāciju. Vispārīgā relativitātes teorija operē ar ļoti abstraktiem jēdzieniem, piemēram, laiktelpa vai telpas liekums. Bez šiem priekšstatiem nav iespējama mūsdienu kosmoloģija. Pēc vispārīgās relativitātes teorijas izveidošanas Einšteins mēģināja risināt vēl ambiciozāku uzdevumu – apvienot vienotā teorijā Maksvela radīto elektromagnētismu un paša Einšteina gravitāciju. Tomēr šo uzdevumu Einšteinam atrisināt diemžēl neizdevās. Tā ir problēma, ar ko joprojām nodarbojas mūsdienu fiziķi, pagaidām gan virzoties uz priekšu ļoti lēnām.

No mūsdienām skatoties, varētu šķist, ka pēc šiem 1905. gada rakstiem Einšteina popularitātei, slāvai un atzīšanai jābūt neapšaubāmai. Taču nē. Jaunas idejas parasti tiek pieņemtas lēni jebkurā cilvēku darbības jo-

mā. Akadēmiskā pasaule un zinātne nav izņēmums. Brīžiem tā ir ļoti konservatīva. Tā tas bija arī ar Einšteina idejām. Neilgi pirms Einšteina nāves kādā intervijā korespondents esot Albertam Einšteinam teicis: *"Einšteina kungs, jums dzīvē ir paveicies. Sākotnēji jūsu teorijas tika pieņemtas ar grūtībām, bet tad jūs visus pārliecinājāt, ka tās ir pareizas..."* Uz ko Einšteins esot pavīpsnājis un atbildējis: *"Tā nav taisnība. Es savā dzīvē neesmu nevienu spējis pārliecināt par savām teorijām, ja tās no paša sākuma netika pieņemtas. Vienkārši man bija lemts nodzīvot garu mūžu, un tie, kas manas teorijas no paša sākuma nepieņēma, tagad jau ir miruši. Ar manām teorijām ir izaugusi jauna paaudze, kura tās ir pieņēmusi no paša sākuma."*

Tā tas lielā mērā arī bija, un Einšteina idejas fiziķu vidē iedzīvojās lēni. Piemēram, laika posmā no 1910. gada līdz 1922. gadam Alberts Einšteins tika nominēts Nobela prēmijai fizikā gandrīz katru gadu (izņēmumi bija 1911. un 1915. gads). Taču piešķirta tā viņam tika tikai 1922. gadā. Un arī tad nevis par viņa pazīstamākās teorijas – speciālās un vispārīgās relativitātes teorijas – radīšanu, bet gan par fotoefekta atklāšanu. Oficiālais ieraksts viņa Nobela prēmijas diplomā ir – Albertam Einšteinam par nopelniem teorētiskajā fizikā un it īpaši par fotoelektriskā efekta likumu atklāšanu.

Kādēļ tā? Tas ir garš un cilvēcisku kaislību pilns stāsts. Einšteins Nobela prēmijai par relativitātes teoriju, gan speciālo, gan arī vispārīgo, tika nominēts regulāri. Bet Nobela komiteja vai atsevišķi tās locekļi tikpat regulāri uzstāja, ka relativitātes teorija nav pietiekami pārliecināši eksperimentāli pārbaudīta, tādēļ Nobela prēmija Einšteinam par to nav piešķirama. Tad savā nominācijā 1921. gada Nobela komitejai ļoti prominentais fiziķis un astronoms Edingtons uzrakstīja – Alberts Einšteins savu laikabiedru vidū izceļas pat vairāk nekā Ņūtons izcēlās savā laikā... Šādu argumentu Nobela komiteja vienkārši ignorēt nevarēja, un Nobela prēmiju komiteja uzdeva



vienam no tās locekļiem, oftalmologam Alvaram Gulstrandam, sagatavot ziņojumu par Einšteina relativitātes teoriju un otram komitejas loceklim, fizikālās ķīmijas speciālistam Svantem Areniusam, sagatavot ziņojumu par fotoefekta pētījumiem. Gulstranda ziņojums bija ļoti kritisks gan attiecībā uz Einšteina speciālo relativitātes teoriju, gan arī par vispārīgo relativitātes teoriju. Areniusa ziņojums bija mazāk kritisks, tomēr arī viņš uzskatīja, ka Nobela prēmija par gaismas kvantu dabu pavisam nesen, 1918. gadā, ir piešķirta Maksam Plankam un par fotoefekta pētījumiem vairāk atzinību ir pelnījuši eksperimentatori, kuri šo efektu izpētījuši laboratorijā. Komitejai nevienojoties, Nobela prēmija fizikā 1921. gadā netika piešķirta vispār.

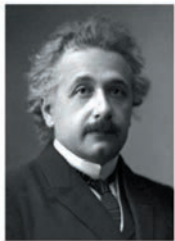
Taču debātes Nobela komitejā nerimās, un tā atgriezās pie jautājuma par Einšteinu, fotoefektu un relativitātes teoriju atkal 1922. gadā. Gulstrands savu pozīciju nemainīja un atkārtotā ziņojumā vēl kategoriskāk iebilda pret Nobela prēmiju Einšteinam. Par foto-

efektu tika uzrakstīts vēl viens ziņojums. Šoreiz tā autors bija cits Nobela komitejas loceklis – fiziķis teorētiķis no Upsalas universitātes Karls Vilhelms Ozēns. Viņa ziņojums bija visnotaļ pozitīvs.

Un tā nu Nobela komiteja vienojās 1922. gada Nobela prēmiju fizikā piešķirt dānim Nilam Boram par atoma modeļa izveidošanu, bet iepriekšējā gadā neizmantoto prēmiju par 1921. gadu piešķirt Albertam Einšteinam par fotoefekta pētījumiem. Einšteinam šo Nobela komitejas lēmumu oficiālā vēstulē paziņoja Nobela komitejas sekretārs Kristofers Auriviliuss. Viņš bija spiests uzsvērt, ka prēmija Einšteinam netiek piešķirta par relativitātes teorijas izveidošanu, bet gan par fotoefekta pētījumiem: *“Kā jau es informēju Jūs telegrammā, Karaliskā zinātņu akadēmija savā vakardienas sanāksmē nolēma piešķirt Jums pagājušā gada Nobela prēmiju fizikā par Jūsu nopelniem teorētiskajā fizikā un īpaši par fotoelektriskā efekta atklāšanu. Komiteja neņēma vērā Jūsu relativitātes un gravitācijas teorijas, kuru nozīme tiks novērtēta pēc to eksperimentālas apstiprināšanas.”*

Nav noslēpums, ka Alberts Einšteins bija nopietni apvainojies gan par šādu Nobela komitejas vilcināšanos, gan par to, ka prēmija netiek piešķirta par relativitātes teorijas, speciālās un vispārīgās, izveidošanu. Einšteins 1922. gada decembrī nepiedalījās Nobela prēmijas saņemšanas ceremonijā. Viņa vietā prēmiju pēc karstas diskusijas starp Vācijas un Šveices vēstniekiem, kuras valsts pavalstnieks 1922. gadā tad īsti Einšteins skaitās, saņēma Vācijas vēstnieks Zviedrijā. Prēmija arī naudas izteiksmē (tajā laikā 32 000 USD) Einšteinam bija ļoti nepieciešama un pat jau ielānota. Viņa laulības šķiršanas kontraktā ar viņa pirmo sievu 1919. gadā tā bija jau sadalīta. Tur bija rakstīts, ka gadījumā, ja Alberts Einšteins saņems Nobela prēmiju, tās naudas daļa tiks Einšteina šķirtajai sievai Milenai Maričai kā laulības kontrakta laušanas kompensācija. Pats Einšteins tā vietā, lai piedalītos Nobela prēmijas ce-

## The Nobel Prize in Physics 1921



Albert Einstein  
Prize share: 1/1



The Nobel Prize in Physics 1921 was awarded to Albert Einstein *“for his services to Theoretical Physics, and especially for his discovery of the law of the photoelectric effect”*.

1921. gada Nobela prēmija fizikā tika piešķirta Albertam Einšteinam *“par viņa nopelniem teorētiskajā fizikā un sevišķi par viņa fotoelektriskā efekta likuma atklāšanu”*. No Nobelprize.org

remonijā, devās braucienā uz Japānu.

Interesanta ir arī Einšteina pateicības vēstule Nobela komitejai par prēmijas piešķiršanu. Cik zinu, tā joprojām glabājas Nobela komitejas arhivos un netiek publicēta. Taču, kā man stāstīja paziņa, Nobela komitejas fizikā ilggadīgs sekretārs un Nobela muzeja direktora vietnieks Anderss Barani, tā ir ļoti īsa un lakoniska. Sakot paldies Nobela komitejai par prēmijas piešķiršanu, Einšteins piebildis vēl tikai vienu teikumu, kuru citēju aptuveni pēc atmiņas: *“Tagad man beidzot vairs nebūs jāatbild uz jautājumu, kādēļ man vēl nav piešķirta Nobela prēmija.”*

Saskaņā ar Nobela komitejas prasībām prēmijas laureātiem ir jāuzstājas ar lekciju par pētījuma, kas vainagojies ar Nobela prēmijas piešķiršanu, tēmu. Einšteins šo prasību izpildīja. Taču viņš savu Nobela lekciju nolasīja nevis Stokholmā, bet stipri vēlāk 1923. gada jūlijā Gēteborgā. Zīmīgi, ka lekcijas tēma bija relativitātes teorija un fotoefekts tajā netika pieminēts ne ar vienu vārdu. Domāju, tas ļoti precīzi raksturo Einšteina attieksmi pret Nobela komitejas lēmumu.

Tādas, lūk, kaislības savulaik virmojušas ap Einšteinu un viņa Nobela prēmiju fizikā. Secinājums? Vai Nobela komiteja pieļāva kļūdu, nenovērtējot Einšteina relativitātes teo-

riju, vai tomēr tai bija taisnība, Nobela prēmijas formulējumā īpaši uzsverot Einšteina lomā gaismas korpuskulas – gaismas kvanta – atklāšanā un kvantu fizikas radīšanā?

Raugoties no šodienas skatpunkta, gribas apgalvot: lai arī abas mūsdienu fizikas nozares – gan relativitātes teorija, bez kuras nedarbotos, piemēram, globālās pozicionēšanas sistēmas, gan kvantu fizika, kas ir pamatā gandrīz visām mūsdienu elektronikas ierīcēm, kuru miniaturizācija nebūtu iespējama bez kvantu fizikas likumsakarību zināšanas, ir nozīmīgas. Tomēr uzdrošinos apgalvot, ka problēmas, kas ir saistītas ar kvantu fiziku, šobrīd tiek gan pētītas, gan publiski diskutētas, gan uz to pamata veidoti praktiski lietojumi daudz aktīvāk, nekā tas ir relativitātes teorijas gadījumā. Kvantu fizika palīdz izprast pasauli gan mikropasaules, gan arī kosmoloģiskajā līmenī. Kvantu tehnoloģijas ir pamatā lāzeriem, ko, bieži pat to neapzinoties, lietojam sadzīvē, piemēram, klausoties DVD ierakstus. Bez tām nav iedomājama mūsdienu medicīniskā diagnostika. Tādēļ Nobela prēmija Einšteinam par fotoefekta pētījumiem jeb par ieguldījumu kvantu fizikas veidošanā no šodienas viedokļa vairs neizskatās tik nepārliecinoši, kā to uztvēra pats Alberts Einšteins. 🐦

## ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ ❧ ĪSUMĀ

### Krāforda balva astronomijā

Zviedrijas Karaliskā Zinātņu akadēmija izdala ne tikai Nobela prēmijas fizikā un ķīmijā, bet arī savu otru nozīmīgāko prēmiju – Holgera (1908-1982) un Annas-Gretas (1914–1994) Krāfordu 1980. gadā zinātnisko pētījumu un izglītības atbalstam iedibinātā fonda (*Crafoord's Fund*) Krāforda balvu (*Crafoord prize*). Šī balva kopš 1982. gada tiek pasniegta disciplīnās, kuras Nobela prēmijās nav pārstāvētas, ik pa trim gadiem astronomijā un matemātikā.

2016. gada Krāforda balva (6 000 000 zviedru kronu jeb 700 000 USD) astronomijā tika piešķirta Rojam Keram (*Roy Kerr*) no Jaunzēlandes un Rodžeram Blendfordam (*Roger Blandford*) no ASV. Jau pirms daudziem gadiem Keram izdevās atrisināt Einšteina gravitācijas teorijas vienādojumus ap rotējošiem melniem caurumiem (kurus tagad sauc viņa vārdā), bet Blendfords ir pētījis astrofizikas objektu īpašības un izstarojumu tādu melno caurumu apkaimē.

Tuvāk par balvām skat: <http://www.crafoordprize.se/>.

**D. D.**

JĀNIS JAUNBERGS

## RAĶEŠU ŽONGLIERI

Lielo aerokosmisko firmu interešu pārstāvji un žurnālisti mēdz pārmest Elonam Maskam<sup>1</sup> negodīgu konkurenci, draudzēšanos ar politiķiem, pārāk zemas cenas, ar kurām *SpaceX* raķetes no tirgus izspiež pat ķīniešus, bet visvairāk – neapvaldīto optimismu, ar kādu viņš raugās uz raķešbūves turpmāko evolūciju. Tradicionālo šā tirgus spēlētāju – *Lockheed Martin* un *Boeing* konkurence bija faktiski beigusies, tām apvienojot savas *Atlas* un *Delta* nesējraķešu sērijas zem viena kopuzņēmuma – *United Launch Alliance* monopola. Monopols ne tikai nozīmē augstu cenu, kuras dēļ komerciālo pavadoņu firmas gandrīz vairs neizmanto *Atlas* un *Delta* raķetes un vienīgais regulārais pasūtītājs ir ASV valdība. Tā rezultāts ir arī nevēlēšanās attīstīties un nepatika pret tādām firmām kā *SpaceX*, kuras meklē iespējas būtiski samazināt kosmisko startu izmaksas.

Pirmais *SpaceX* paņēmieni raķešu cenas samazināšanai ir pēc iespējas visu komponentu izgatavošana savā rūpnīcā, lai raķešdzinējus un citus agregātus iegūtu par pašizmaksu, neatdodot peļņu alkatīgām ligumorganizācijām. Otrkārt, *SpaceX* ražošanas apjomi ir lieli, jo katrai *Falcon 9*<sup>2</sup> raķetei vajag desmit raķešdzinējus (9 pirmajā



Neveiksmīgs *Falcon 9* pirmās pakāpes nolaišanās mēģinājums uz kuģa 2015. gada 14. aprīli pēc sekmīgas kravas nogādes uz Starptautisko kosmisko staciju. *SpaceX* foto

<sup>1</sup> Sk. arī *Jaunbergs J.* Publiskais un privātais Marss. – *ZvD*, 2010/11, Ziema (210), 32.-35. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/2956>

<sup>2</sup> Sk. arī *Jaunbergs J.* Situācija smagsvara ringā. – *ZvD*, 2011/12, Ziema (214), 44.-48. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/31257>

pakāpē un 1 otrajā). Dzinēju ražošana uz konveijera ir krietni efektīvāka nekā to neregulāra izgatavošana mazās sērijās. Taču, treškārt, Elona Maska raķetes ir kas vairāk nekā dzinēji un degvielas tvertnes. Tām ir arī

attīstītas “smadzenes” – programmatūra, kura ir krietni elastīgāka nekā 20. gadsimta raķešu primitīvās elektroniskās instrukcijas. Šķiet, ka tieši programmatūra, nevis eksotiski materiāli vai augstas enerģijas degvielas būs 21. gadsimta tendence raķešbūvē.

Ko gan spēj paveikt raķete, kura no lielas pirotehniskas ierīces ar primitīvu vadības sistēmu ir kļuvusi par autonomu, rīcībaspējīgu robotu? Tā var būt ne tikai izcila sasniedzamās orbītas precizitāte un optimālas darbības dažādās krīzes situācijās, bet arī saprātīga atlikušās degvielas rezerves izlietošana, kad pirmā pakāpe ir paveikusi savu galveno darbu – otrās pakāpes un derīgās kravas paātrināšanu pareizajā trajektorijā ārpus atmosfēras. So degvielas rezervi var izmantot, lai izlieto pirmo pakāpi glābtu no nekontrolēta kritiena okeānā un lai ar dzinēju spēku veiktu miksto nosēšanos vai nu okeāna viļņos, vai uz kuģa, vai arī uz cietzemes.

Raķetes nosēdināšana uz dzinēju liesmas staba ir daudz grūtāks uzdevums nekā pacelšanās, līdzīgi kā akmeni ir vieglāk mest, nevis noķert. Neprecizitāte, kas paceļoties tikai nedaudz ietekmē sasniedzamo trajektoriju vai pat ir pilnībā kompensējama, nolaižoties vienmēr rada ugunīgas eksplozijas. Ātrdarbīgi vadības datori ar pamatīgi pārbaudītu programmatūru var paveikt to, kas pilotiem bija pa spēkam tikai Mēness vāļajā gravitācijā un absolūti mierīgajos bezgaisa apstākļos – proti, balansēt uz raķešdzinēja liesmas, kā žonglieris spēj spēlēties ar vertikālu slotas kātu uz izstieptas plaukstas. Lai to izdarītu ar minimālu degvielas patēriņu, visam ir jānotiek ļoti ātri, ar spēcīgu bremzēšanas paātrinājumu, ņemot vērā augstumu un horizontālo attālumu līdz nolaišanās punktam, ātrumu, paātrinājumu un rotāciju, raķetes sānsveri un dzinēju stūrēšanas sistēmas virzienu, vēja brāzmas un viļņus, ja nolaišanās ir uz kuģa. Tā ir iespaidīga kibernetiska

problēma, kuru Elona Maska *SpaceX* firma risina jau kopš 2011. gada.

Pretstatā daudziem, kuri dod priekšroku problēmu risināšanai uz papīra, *SpaceX* firma no 2012. gada septembra līdz 2014. gada augustam veica 13 izmēģinājuma lidojumus ar tieši šim nolūkam būvētām eksperimentālām raķetēm, lai slīpētu vertikālās nolaišanās tehnoloģiju. Tam pamatā ir pārliecība, ka tikai saskarē ar dabas spēkiem var izskaust visas inženieru kļūdas, un katra eksperimentālo raķešu avārija ir tāpēc jāģēpina, vērtīgāka par gadiem ilgi veiktiem teorētiskiem pētījumiem. Papildus tam, sākot ar 2013. gada septembri, nolaišanās okeānā ir mēģināta ar katru *Falcon 9* raķeti, kura nav piekrauta ar maksimālo derīgās kravas masu un tāpēc paliek pāri degviela eksperimentiem. Visbeidzot, 2015. gada 21. decembrī *SpaceX* izdevās sasniegt savu veiksmes momentu un vienlaikus veikt paliekošu ierakstu



Ilgas ekspozīcijas fotogrāfijā izgaismotas *Falcon 9* raķetes starta un nolaišanās trajektorijas 2015. gada 21. decembrī, kad ar otrās pakāpes palīdzību orbītā tika nogādāti 11 *Orbcomm-OG2* pavadoņi. Šajā lidojumā pirmās pakāpes ātrums nepārsniedza 6000 km/h, tāpēc ar atlikušo degvielu bija iespējams atgriezties netālu no starta laukuma. Vairumā lidojumu tas nebūs iespējams un nolaišanās notiks uz kuģa apmēram 300 km attālumā. *SpaceX* foto





*Falcon 9* raķetes nolaišanās uz kuģa pēc kosmiskā starta 2016. gada 17. janvārī. Pēc mirkļa raķete apgāzās un eksplodēja, jo apledojuma dēļ netika nofiksēta viena no četrām atbalsta kājām. SpaceX foto

kosmiskās tehnikas vēsturē – pirmo nesēj-raķetes vertikālo piezemēšanos ar dzinēju spēku pēc pavadoņu palaišanas lidojuma.

Katra nianse te ir svarīga – arī *Space Shuttle* starta paātrinātāji pēc lidojumiem nolaidās okeānā, taču ar izpletņiem un pēc tam katru reizi bija jāremontē. Vertikālo nolaišanos uz Zemes jau 1993. gadā izmēģināja ASV militārā resora eksperimentālā raķete *DC-X*, taču tie nebija kosmiski lidojumi. Visbeidzot, 2015. gada novembrī suborbitālu raķeti *New Shepard* izmēģināja un ar dzinēju spēku veiksmīgi nosēdināja firma *Blue Origin*, kuras īpašnieks Džefs Bezoss savu kapitālu savulaik nopelnīja, izveidojot interneta grāmatnīcu *Amazon.com*. Džefs Bezoss

### Saites:

<http://www.spacex.com/> – Firms *SpaceX* Interneta lapa

[https://en.wikipedia.org/wiki/Blue\\_Origin](https://en.wikipedia.org/wiki/Blue_Origin) – *Wikipedia* informācija par slepenībā tīto Džefa Bezosa firmu *Blue Origin* 🐦

pēc *SpaceX* panākuma veltīja Elonam Maskam zobgalīgu *Twitter* apsveikumu: “*Laipni lūgts klubā!*” Būt par nākotnes raķešu konstruktoru kluba biedru, protams, ir gods, taču *SpaceX* gan tehniski, gan pēc ambīcijām ir lideris, jo jau tagad regulāri apgādā Starptautisko kosmisko staciju ar kravām, kamēr *Blue Origin* tikai cer nākotnē vizināt tūristus suborbitālos lidojumos. Redzēsim, cik draudzīga turpmāk būs šā kluba atmosfēra, jo Džefs Bezoss ir pamanījies saņemt patentu par ideju, ka raķeti var nosēdināt uz kuģa, un tāpēc var pamatīgi aizlikt kāju priekšā Elonam Maskam. Ne katrā *Falcon 9* startā pirmās pakāpes ātrums nepārsniegs 6000 km/h un paliks pāri tik daudz degvielas, lai atgrieztos uz cietzemes netālu no starta vietas, kā to izdevās paveikt 2015. gada 21.

decembrī. Taču Elonam ir visas iespējas būvēt savu kosmodromu Teksasā, kur prērijās pietiek vietas raķešu nosēdināšanai, nevis izmantot NASA Kenedija Kosmisko centru Florīdā. Ņemot vērā, ka jaunas *Falcon 9* raķetes cena ir 60 miljoni dolāru, bet tās uzpildīšana ar petroleju un skābekli maksā vien 200 tūkstošus, lidojums ar lietotu raķeti bez apdrošināšanas varētu perspektīvā maksāt tikai nedaudz vairāk par otrās pakāpes cenu, kas ne tikai ļautu ietaupīt uz līdzšinējām kosmikajām aktivitātēm, bet arī radītu jaunus biznesa modeļus. Viens no tādiem Elonam jau ir skaidrs – regulāra dzīvojamo telpu, siltumnīcu, Saules bateriju, iekārtu, pārtikas un cilvēku piegāde Marsa bāzei.

**Abonē «ZVAIGŽNOTO DEBESI»! Abonēt lētāk nekā pirkt! Uzziņas 67 325 322**

## ZIEDS STARPTAUTISKAJĀ KOSMOSA STACIJĀ

2016. gada janvārī ziņās nonāca vēsts, ka Starptautiskajā kosmosa stacijā (SKS), apdzīvojamajā Zemes mākslīgajā pavadonī, kas kopš 1998. gada novembra ap 400 km virs Zemes orbitē ar ātrumu 7,66 km/s, pirmo reizi uzdziedējis skaists zieds – cīnija (lat. – *Zinnia L.*; sk. foto vāku 1. lpp.). Šeit jāpiebilst, ka NASA astronauta SKS 46. ekspedīcijas komandiera Skota Kellijsa paziņojums 16. janvārī pareizi jāsaprot, ka pirmo reizi ir izaugusi tieši cīnija, jo augi kosmiskajos aparātos ir auguši un ziedējuši arī iepriekš. 2012. gadā astronauta Dona Petita (*Donald Roy Pettit*) uzraudzībā SKS uzdziedēja saulespuķi.

Tomēr pats pirmais ziedēšanas gadījums kosmosā tika reģistrēts 1966. gadā, kad 22 dienu ilgā lidojumā bija devies *Kosmos 110* ar kāršu pupām, kuras sasniedza ziedēšanas fāzi. Vēlāk, cilvēku uzraudzībā pirmais augs, kas uzdziedis un uzdziedējis kosmosā, bija sīkplikstiņš (lat. – *Arabidopsis*), kuru 1982. gadā kosmosa stacijā *Saľut-7* izaudzēja PSRS kosmonauti.

SKS cīnijas audzēšanai izmantoja 2015. gadā uz SKS nogādāto audzēšanas kameru *Veggie*, kuras pirmais ievērojamais eksperiments bija salātu audzēšana. Tos astronauti novērtēja kā garšīgus un izmantoja pārtikā. 🍃

Astronauts Skots Kellijs SKS remontdarbu laikā  
2015. gada novembrī. NASA attēls



SKS 46. ekspedīcijas komandieris Skots Kellijs 16. janvārī priecājas par uzdziedējušo cīniju Starptautiskajā kosmosa stacijā: *Jā, te ir citas dzīvības formas kosmosā!* NASA attēls



2015. gada augustā astronauti (*no kreisās*) Kjells Lindgrens (*Kjell Lindgren*) un Skots Kellijs (*Scott Kelly*) ēd pašu audzētus salātus.

NASA foto

LINDA GULBE, Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūts "Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs"

## SATELĪTI, DATORI UN IESPĒJA REDZĒT VAIRĀK

Zemes mākslīgie pavadoņi, atrodoties orbitā, nepārtraukti novēro Zemes virsmu. Regulāri tiek veikta visas Latvijas teritorijas aerofotografēšana, iepļānojot lidojumus labvēlīgos laika apstākļos. Rezultātā iegūtie Zemes virsmas attēli apjomīgās datu bāzēs piedāvā unikālu un detalizētu informāciju par mūsu apkārtējo vidi. Ko satelītu un lidmašīnu sensori spēj "saskatīt" un kur slēpjas izaicinājumi šo attēlu analizē? Kā no milzīgā datu apjoma atlasīt tikai aktuālo informāciju un kā apmācīt datoru veikt uzdevumus, kuri cilvēka domāšanai liekas tik vienkārši? Atbildes meklēsim šajā rakstā par aizaugušo lauksaimniecības zemju datorizētu atpazīšanu Zemes mākslīgo pavadoņu jeb satelītu un lidmašīnu iegūtajos attēlos.

### Motivācija pētījumiem

Saskaņā ar Latvijas Lauksaimniecības universitātes pētījumiem atšķirības starp uzskaitītajām lauksaimniecībā izmantojamām zemēm (LIZ) dažādu kontrolējošo in-

stitūciju datu bāzēs ir 25% robežās, kā arī novērojama LIZ platību samazināšanās. Ievērojamas teritorijas netiek apstrādātas un pakāpeniski aizaug, pārvēršoties mežā. Tālīzpētes dati no lidmašīnām un satelītiem piedāvā unikālu informāciju par plašām teritorijām, un šie datu avoti paver iespējas izpētīt katru kvadrātkilometru vai (aerofoto gadījumā) pat katru kvadrātmētru uz zemes virsmas. Attēlu izpētes rezultātā būtu iespējams izveidot ļoti detalizētas kartes, kurās attēlotas koku vainagu nosegtās teritorijas, un, salīdzinot ar esošajām mežu teritoriju kartēm, noteikt tos vēl neregistrētos apgabalus, kur notiek aizaugšana. Papildus tam *Landsat* programma piedāvā jebkuram interesentam brīvi pieejamus satelītattēlus periodā, sākot no 1972. gada. Salīdzinot dažādos laikos iegū-

1. att. Pazīstami objekti no putna lidojuma. Ortofotokarte mērogā 1:10 000 © LĢIA, 2013. Augšējā rinda no kreisās: pie Dienvidu tilta, Ķemeru purvs, Kokneses pilsdrupas. Apakšējā rinda no kreisās: Rīgas Sv. Pētera baznīca, Rundāles pils parks, Ventas rumba.





tos satelītattēlus, varam noskaidrot, kā ir mainījušās mežu teritorijas, un noteikt tendences dažādos reģionos.

### **Kāpēc datu apstrādi uzticēt datoram?**

Tālizpētes datus cilvēkam ir grūti pašrocīgi pārvērst tematiskajā kartē, jo datu apjoms ir ļoti liels un attēlu analīzei nepieciešama īpaša apmācība. Ierastajai videi, lūkojoties no kosmosa vai putna lidojuma, ir cita perspektīva un cits mērogs. 1. attēlā parādīti vairāki pazīstami objekti Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) piedāvātajās ortofotokartēs. LĢIA karšu pārļūkā interesenti var iepazīties ar ortofotokaršu arhīvu: <http://kartes.lgia.gov.lv/karte/>.

Tajā pašā laikā mūsdienu datori spēj sekundē izpildīt vairāk nekā simts miljardu instrukciju, dators spēj vienlaicīgi analizēt vairākus parametrus, dators nav neuzmanīgs un nenogurst, datoram uzdotais neapnik. Tādēļ šķiet vilinoši apmācīt datorus patstāvīgi pārveidot attēlus tematiskajās kartēs, kas satur tieši lietotāju interesējošo informāciju, un sagatavot lietošanai jau gatavus karšu produktus.

### **Kāpēc tālizpētes datu datorizēta apstrāde ir izaicinājums?**

Lai gan matemātisko aprēķinu un datu caurskatīšanas ātrumā cilvēks ar datoru sacensties nevar, attēlu apstrādes jomā datorizētie algoritmi un mākslīgais intelekts vēl nav sasniedzis pilnību, jo datoram nepiemīt tēlainā domāšana. Ja nav iespējams precīzi aprakstīt attēlā redzamos objektus matemātiskās valodā vai sagatavot visaptverošus apmācības datus, sagatavotā programmatūra var nesniegt gaidītos rezultātus.

Tālizpētes datu gadījumā izaicinājumus nosaka pašu attēlu raksturlielumi un pasaules daudzveidība. Divi nozīmīgākie attēlu raksturlielumi, no kuriem atkarīgas gan attēlu iegādes cenas, gan iespējas saskatīt mūs interesējošos objektus, ir telpiskā un spektrālā izšķirtspēja. Telpiskā izšķirtspēja nosaka, cik sīkus objektus attēlā varam saskatīt. To parasti

izsaka kā zemes laukuma izmērus metros, kas atbilst vienam attēla pikselim jeb mazākajam attēla elementam. Bezmaksas *Landsat* satelītattēlu telpiskā izšķirtspēja ir 30 m. Tas nozīmē, ka vienam attēla pikselim atbilst 30 m x 30 m liels laukums uz zemes, bet kopumā attēls nosedz vairāk nekā 185 km x 185 km lielu teritoriju. Protams, šajā gadījumā atsevišķi koki nav saskatāmi un mežu teritorijas varam novērtēt, izmantojot tikai spektrālo informāciju jeb krāsu (redzamās gaismas diapazonā). Savukārt LĢIA piedāvāto ortofotokaršu telpiskā izšķirtspēja ir 0,25 m vai 0,4 m atkarībā no ģeogrāfiskā apgabala. Šajā gadījumā jau iespējama atsevišķu koku vainagu identifikācija. 2. attēlā redzami aizaugušo lauksaimniecības zemju piemēri un iespējams salīdzināt konkrētu apgabalu *Landsat* dabisko krāsu satelītattēlā un ortofotokartē.

Turpretim spektrālā izšķirtspēja raksturo, kādās elektromagnētiskā (EM) spektra daļās notiek attēlu uztveršana. Attēlus veidojošie sensori ļauj paskatīties uz mums ierasto vidi arī tādās EM spektra daļās, kuras ar aci saskatīt nespējam, piemēram, tuvā infrasarkanā diapazonā. Zaļās veģetācijas pētīšanai īpaši

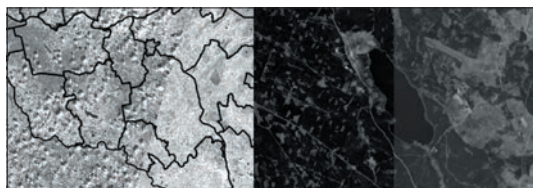


2. att. Augšējā rinda: aizaugusi lauksaimniecības zeme. Apakšējā rinda: *Landsat* 8 OLI dabisko krāsu satelītattēls; Ortofotokarte mērogā 1:10 000 © LĢIA, 2013.



svarīgi ir sarkanās gaismas un tuvā infrasarkanā diapazonā. Gaismas sarkanā starojuma daļu zaļie augi intensīvi absorbē fotosintēzes procesā, toties tuvais infrasarkanais starojums tiek spēcīgi atstarots. Šī īpašība ļauj atšķirt veģetāciju no citiem zemes pārseguma tiptiem, kā ūdens teritorijām, neapaugušas zemes un pilsētu teritorijām.

Ar datoru viegli apstrādāt standartizējamās situācijas, taču tālīzpētes attēlus būtiski ietekmē specifiskie apstākļi attēla ieguves brīdī. Lidmašīnu lidojumus iespējams ielānot labos laika apstākļos, turpretī lielākā daļa satelīttēlu ir nelietojami dažādu atmosfēras apstākļu dēļ. *Landsat 8* satelīts Zemi aprīņķo aptuveni simts minūšu laikā, bet vienas un tās pašas ģeogrāfiskās vietas attēlus tas iegūst ik pēc 16 dienām, t.i., konkrētajai teritorijai gada laikā tiek iegūti apmēram 23 attēli. Saskaņā ar Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra ievāktajiem datiem periodā no maija līdz augustam vidēji ir 28 saulainas dienas, taču rudens un ziemas sezonā ir tikai 10 līdz 12 saulainas dienas, kas piemērotas attēlu uzņemšanai. Arī saulainā dienā iespējams neliels mākoņu nosegums, kas mums netraucē baudīt saulaino laiku, tomēr rada nozīmīgus informācijas zudumus satelīttēlos. Ikdienas praksē no atmosfēras ietekmes viedokļa kādam konkrētam Latvijas apgabalam iespējams atrast apmēram divus optimālas kvalitātes satelīttēlus gadā. Standartizētu apmācības datu sagatavošanu apgrūtina ne tikai mākoņu klātbūtne, bet arī atšķirīgs Saules apgaismojums. Ziemas sezonā Saules augstuma leņķis virs horizonta



3. att. No kreisās: mākoņu nosegums un apgaismojuma izmaiņu ietekme *Landsat 8 OLI* satelīttēlu gadījumā.

*Landsat* attēlu ieguves brīdī tipiski ir apmēram 12 grādi, bet vasarā – 54 grādi. Tāpat, regulāri vērojot zvaigžņotās debesis, konstatējam naktis, kad zvaigznes intensīvi mirgo atmosfēras turbulencu dēļ, un naktis, kad redzam ļoti mierīgu kosmosa ainu. Šis faktors, protams, ietekmē skatu arī virzienā no kosmosa uz Zemi.

Kad datu ierobežojumi ir ņemti vērā, tālākie izaicinājumi ir saistīti ar problēmvidi un algoritmu lietojamību. Jo daudzveidīgāka ir mūsu apkārtējā vide, jo grūtāk to datorizēti kartēt. Lielus skujkoku masīvus ir vieglāk atdalīt no pārējiem zemes pārseguma tiptiem nekā retas audzes ar dažādu koku sugu un vecumu struktūru. Šajā ziņā aizaugušās lauksaimniecības zemes lieliski parāda vienu no sarežģītākajiem gadījumiem – meža teritoriju pakāpeniska uzvirzīšanās lauksaimniecības platībai notiek ļoti atšķirīgi.

Bieži vien sarežģītām problēmām raksturīgi sarežģīti risinājumi – lietotājam ir jāsaprot, kā pielāgot algoritmu iekšējos parametrus un kā sagatavot datora apmācībai nepieciešamos parauga datus.

Šo aspektu dēļ tālīzpētes pētījumi turpinās arī pēc vairāk nekā 30 gadu ilgām studijām šajā nozarē.



4. att. Latvijas mežu dažādība rada izaicinājumus mašīnmācīšanas algoritmu lietošanā. Ortofotokarte mērogā 1:10 000 © LĢIA, 2013.

## Kādi ir mūsu risinājumi?

VSRC pētījumu mērķis bija sagatavot algoritmus un metožu kopumu koku vainagu noseguma kartēšanai, izmantojot brīvi pieejamos *Landsat* datus un ortofotokartes. Mūsu risinājumi ir vērsti uz ērtu izmantošanu, lai nelielas lietotāja kļūdas apmācības datu atlasē būtiski neietekmētu gala rezultātu.

Vispirms attēlos automatizēti tiek izņemti ārā apgabali, kuru apstrādei nav vērts tērēt skaitļošanas laiku un kuri ir viegli identificējami. Tās ir ūdens teritorijas, mākoņi un mākoņu ēnas. Pēc tam tiek lietoti statistiskie mašīnmācīšanās algoritmi, lai atpazītu konkrēti koku vainagu nosegumu. Kā iespējams likt datoram skaitļu tabulās atrast cilvēkam nozīmīgu informāciju un atpazīt konkrētus objektus? Varam iztēloties iedomu eksperimentu. Kā mēs varētu iemācīt kādam viesim no citas planētas atšķirt ābolus no apelsīniem, ja pieņemam, ka ar visiem pārējiem uz Zemes lietotajiem terminiem šis viesis ir jau pazīstams? Pirmais variants būtu parādīt citplanētiešiem maisu ar dažādiem āboliem un maisu ar dažādiem apelsīniem un pateikt, ka pirmajā maisā redzamos augļus sauc par āboliem, bet otrajā maisā redzamos sauc par apelsīniem. Tad katru nezināmo augli citplanētiešis varētu domās salīdzināt ar redzētajiem paraugiem. Apmācība būs veiksmīga, ja būsīm atlasījuši labus paraugus, kas labi attēlo konkrēto klasi. Papildus mēs varētu norādīt uz

objektu īpašībām, kurām jāpievērš uzmanība, piemēram, norādīt, ka visi āboli ir zaļi, bet visi apelsīni ir oranži. Izvēloties īpašību, gan jāņem vērā, ka var būt izņēmuma gadījumi. Ābolu un apelsīnu gadījumā zinām, ka šāds apgalvojums bieži ir nepatiess. Mašīnmācīšanās teorijā līdzīgu pieeju sauc par vadīto klasifikāciju. Vadītās klasifikācijas ietvaros cilvēks sagatavo parauga datus, iezīmējot koku vainaga nosegumam un citam zemes pārseguma tipam atbilstošus laukumus attēlā. Datorizētie algoritmi salīdzina katru attēla pikseli ar parauga datiem un, vadoties pēc konkrētām īpašībām, piešķir nezināmā tipa pikseli tam zemes pārseguma tipam, kas ir vislidzīgākais apmācības datos.

Nedaudz grūtāka pieeja būtu samaisīt kopā ābolus un apelsīnus un likt citplanētiešiem pēc saviem ieskatiem augļus sadalīt divās grupās. Kad grupēšana ir pabeigta, varam pateikt, ka vienā grupā ir āboli un otrā apelsīni. Taču atkal atgriezāties pie īpašību definēšanas svarīguma – iespējams, mūsu apmācāmais lielāko uzmanību pievērš augļu izmēriem un sadala augļus lielos un mazos, nevis mūsu gaidītajās grupās. Šādu pieeju sauc par nevadīto klasifikāciju, kas vispirms sagrupē attēla pikselus grupās pēc konkrētām īpašībām, piemēram, pikseļa krāsas. Rezultātā tiek iegūtas spektrālās klases, kuru atbilstība zemes pārseguma tipiem ir jānosaka cilvēkam.



5. att. Datorizēto algoritmu sagatavotie karšu produkti. No kreisās: *Landsat* satelittattēls pārvērstis koku vainagu noseguma (*iekrāsots zaļā*) kartē; LĢIA ortofotokarte pārveidota koku vainagu noseguma (*iekrāsots zaļā*) kartē; koku vainagu noseguma izmaiņas no 1988. līdz 2014. gadam, balstoties uz *Landsat* datu apstrādi (*samazinājums iekrāsots sarkanā, aizaugšana zaļā*).

Koku vainagu noseguma noteikšanai varam apvienot abus šos klasifikācijas veidus. Sākotnēji dators nevadītās klasifikācijas ietvaros atrod līdzīgu spektrālo vērtību (krāsas) pikselus un apvieno tos grupās. Pēc tam no grupas pēc gadījuma tiek atlasīts 51 pikselis un klasificēts, izmantojot lietotāja sagatavotus apmācības datus. Visai grupai tiek piešķirts tāds zemes pārseguma nosaukums, kas sastopams lielākajai daļai no apstrādātajiem pikseliem. Lietotāja atbildība apmācībā nav tik nozīmīga kā gadījumā, ja tiktu izmantota tikai vadītā klasifikācija. Tā kā pikseli jau ir sargrupēti, izmantojot paša attēla informāciju, tad lietotājs var atlasīt mazāk precīzus parauga datus. Tas ir ļoti noderīgi, jo ne vienmēr lietotājs ar saviem resursiem spēj nodrošināt ideālu datora apmācību.

To, cik labi dators ir veicis kartēšanu, iespējams novērtēt, liekot algoritmam klasificēt datu punktus, kuriem pareizās atbildes jau ir zināmas. Savus algoritmus testējam Ropažu novadam.

Lai novērtētu precizitāti, pēc gadījuma tika izvietoti 1000 testa punkti visa novada teritorijā, un, izmantojot LĢIA ortofotokartes, tika noteikts, kāds zemes pārseguma tips ir redzams konkrētajā punktā. *Landsat* datus apstrādes rezultātā 94% no testa punktiem tika pareizi atpazīti kā mežs vai cits zemes pārseguma tips, taču tieši aizaugušo teritoriju testa punkti bija lielāks izaicinājums – tikai 50%

no aizaugušajām lauksaimniecības zemēm bija identificējamas *Landsat* satelītattēlos. Iemesls ir aizaugušo lauksaimniecības zemju nevienmērīgā struktūra, kas apgrūtina to redzamību zemas telpiskās izšķirtspējas datos. Tādēļ otrs metožu kopums tika izstrādāts tieši LĢIA ortofotokaršu apstrādei. Tā kā ortofotokartēs varam redzēt jau atsevišķus koku vainagus, datorizētie algoritmi tika konstruēti, izmantojot ne tikai krāsu informāciju, bet arī tekstūru. Rezultātā kā koku vainagu teritorijas tika atpazīti 97% no aizaugušo lauksaimniecības zemju punktiem. 5. attēlā parādīti datorizēto algoritmu sagatavotie karšu produkti: koku vainagu nosegums, izmantojot *Landsat* satelītattēlus, LĢIA ortofotokartes un koku vainagu noseguma izmaiņas.

Tālākie soļi pēc pētījumu pabeigšanas būtu metožu kopuma implementācija programmatūrā un testēšana visā Latvijas teritorijā. Lai arī tālizpētes datu apstrādes rezultāti precizitātes ziņā ar lauka mērījumiem sacensties nevar, tomēr tā ir unikāla iespēja, neizbraucot no biroja, uzzināt informāciju par plašām teritorijām un no putna lidojuma saskatīt vairāk.

Pētījums tika izstrādāts ERAF apakšaktivitātes 2.1.2.1.1. "Kompetences centri" projekta P-10 "Aizaugušo lauksaimniecības platību un neinventarizētu meža zemju meža inventarizācijas rādītāju noteikšana, izmantojot tālizpētes metodes" ietvaros. Projektu realizē SIA "MNKC". Projekta partneri: LVMI "Silava", SIA "Mikrokods".

## ŠOGAD SVINAM ✂ ŠOGAD SVINAM ✂ ŠOGAD SVINAM ✂ ŠOGAD SVINAM

**Pirms 120 gadiem** – 1896. gadā Rīgas Politehnikums (dib. 1862) reorganizēts par valsts augstskolu – **Rīgas Politehnisko institūtu** (ar krievu mācību valodu). Tā ietvaros darbojās astronomiska observatorija (tag. LU Astronomiskā observatorija).

**Pirms 70 gadiem** – 1946. g. **7. februārī** nodibināta **Latvijas PSR Zinātņu akadēmija** (14. februārī notikusi pirmā akadēmijas locekļu kopsapulce). Tās Fizikas un matemātikas institūta sastāvā 1. jūlijā darbu uzsāk Astronomijas sektors, no kura vēlāk (1958) izveidojās patstāvīga vienība – Astrofizikas laboratorija, bet no tās savukārt (1967) – LZA Radioastrofizikas observatorija.

**Pirms 20 gadiem** – 1996. g. **24. aprīlī** Latvijas Ministru kabinets pieņem lēmumu par valsts zinātniskas bezpeļņas organizācijas – sabiedrības ar ierobežotu atbildību *Ventpils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC)* dibināšanu. Latvijas uzņēmumu reģistrā VSRC reģistrēts 1996. g. 26. jūnijā. Vairāk sk. *Astronomiskais Kalendārs 1998*, 115. lpp.

**I. D.**

ANDRIS AMBAINIS

## PROF. RŪSIŅŠ MĀRTIŅŠ FREIVALDS (10.XI.1942.-4.I.2016.)

Rūsiņš Mārtiņš Freivalds bija viens no savas paaudzes izcilākajiem latviešu datorzinātniekiem, LZA Lielās medaļas laureāts, viens no sešiem Latvijas zinātniekiem, kas ievēlēti Eiropas *Academia Europaea*. Viņš arī bija mans pirmais zinātniskais vadītājs, un viņam bija ļoti liela nozīme manā profesionālajā attīstībā.

Freivalda ceļš zinātnē sākās Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē 1960. gadu sākumā. Tad studiju laikā viņam radās iespēja divus gadus pavadīt Novosibirskā, kas toreiz bija viens no vadošajiem pētniecības centriem Padomju Savienībā. Tur viņš uzzināja par teorētisko datorzinātni (kas toreiz bija ļoti jauna zinātnes nozare) un sāka

strādāt kopā ar Borisu Trahtenbrotu, kas bija viens no PSRS labākajiem speciālistiem šajā jaunajā zinātnē.

Novosibirskā toreiz studēja vai stažējās vairāki latvieši. Pirmais bija Jānis Bārzdīņš, kas tur nonāca dažus gadus pirms Freivalda. Tad viņam sekoja Freivalds un vēl citi. Atgriezušies Latvijā, viņi šeit radīja nozīmīgu zinātnisku skolu (sākotnēji – teorētiskajā datorzinātnē, vēlāk aptverot arī lietišķās datorzinātnes nozares). Jāatzīmē, ka no LU Datorikas fakultātes pasniedzējiem liela daļa ir vai nu Bārzdīņa un Freivalda skolnieki, vai viņu skolnieku skolnieki.

Pasaules mērogā Freivalds ir slavens ar savu varbūtisko algoritmu matricu reizinājuma pārbaudei, kuru viņš izgudroja 1977. gadā. Ja mums dotas divas  $n \times n$  matricas A un B, tad labākajam zināmajam algoritmam nepieciešamas  $O(n^{2,372\dots})$  darbības, lai izrēķinātu matricu reizinājumu AB. Freivalds atklāja: ja ir dota arī matrica C, par kuru tiek apgalvots, ka tā ir šo matricu reizinājums, tad pārbaudīt, vai C tiešām ir vienāda ar reizinājumu AB, var būtiski ātrāk, tikai ar  $O(n^2)$  darbībām. Tas ir, matricu reizinājuma pareizību var pārbaudīt, no jauna šīs matricas pilnībā nesareizinot. Tas ir diezgan pārsteidzoši.

Ir vēl viena iezīme, kas padara Freivalda algoritmu ļoti interesantu. Šis algoritms ir varbūtisks: tas varbūtiski izvēlas vienu no vairākiem veidiem, kā pārbaudīt matricu reizinājumu, un 1977. gadā tas bija viens no pirmajiem (vai pat pats pirmais) piemērs varbūtiskam algoritmam, kas atrisina praktiski nozīmīgu problēmu ātrāk nekā nevarbūtiski algo-



LU Datorikas fakultātes Datorzinātnes matemātisko pamatu katedras profesors Rūsiņš Mārtiņš Freivalds Zinātnes kafetnīcā "Vai visu var izrēķināt?" 15.nov.2010.

Foto: Toms Grinbergs, LU Preses centrs



ritmi. Tas kļuva par iedvesmu citiem zinātniekiem un noveda pie vēl nozīmīgākiem rezultātiem. Piemēram, 1995. gadā, saņemot Tjūringa prēmiju (datorzinātnes augstākais apbalvojums pasaulē, kas atbilst Nobela prēmijai citās zinātnes nozarēs), ASV zinātnieks Manuels Blams (*Manuel Blum*) nosauca tieši Freivalda algoritmu kā to, kas iedvesmojis viņu pētīt varbūtisko skaitļošanu.

Freivalds pētīja arī daudzas citas tēmas, kas saistītas ar varbūtisko skaitļošanu. Viens no galvenajiem virzieniem viņa darbā bija atrast piemērus, kur var matemātiski pierādīt, ka varbūtiskie algoritmi ir labāki par jebkuru algoritmu, kas neizmanto varbūtības (atšķirībā no situācijām, kur varbūtiskie algoritmi pārspēj jebkuru no zināmajiem ne-varbūtiskajiem algoritmiem, bet pastāv iespēja, ka ir labāks ne-varbūtisks algoritms, kas vēl nav atklāts). Šādus rezultātus tipiski pierāda ierobežotos skaitļošanas modeļos. Piemēram, Freivalds daudz strādāja ar dažādiem galīgo automātu modeļiem. 1970. gados šis bija ļoti jauns zinātnes virziens un Freivalds bija viens no pirmajiem, kas to pētīja.

Vēl viena liela Freivalda zinātniskā interese bija induktīvās sintēzes (*inductive inference*) teorija – matemātiska teorija, kas abstraktā līmenī modelē procesu, kā cilvēks mācās no piemēriem. Arī šajā virzienā viņš bija viens no vadošajiem zinātniekiem pasaulē. Pēdējos gadu desmitos viņš sāka pētīt algoritmus, kas izmanto kvantu fizikas efektus, izmantojot savu varbūtisko algoritmu pieredzi jaunā pētījumu jomā.

Freivaldam bija ļoti nozīmīgi savā zinātniskajā darbībā iesaistīt studentus. Viņa vadībā tika aizstāvētas 19 doktora disertācijas, un starp viņa skolniekiem ir gan Latvijas matemātikas olimpiāžu ilggadējais organizators prof. Agnis Andžāns, gan tagad ASV strādājošā Daina Taimiņa, kas ieguvusi plašu atzinību ar tamborētiem hiperbolisko plakņu modeļiem.

Freivalds strādāja ar studentiem jau no 1. kursa, prasmīgi atrodot zinātniskas problēmas, kas ir izskaidrojamas studentam ar ma-

zu pieredzi. Arī es sāku darboties Freivalda seminārā jau no 1. kursa. Un jau pirmajā nedēļā viņš spēja uzdot jautājumus, kas man bija interesanti. Sākumā tie bija jautājumi, uz kuriem viņš zināja atbildes, pēc tam – neatrisinātas zinātniskas problēmas. Piecos studiju gados (no 1992. līdz 1997. gadam) Latvijas Universitātē man tapa 15 zinātniski raksti, galvenokārt par induktīvās sintēzes teoriju.

Sos pētījumus es tagad neturpinu, jo induktīvās sintēzes teoriju pasaules mērogā ir aizstājušas citas, labākas teorijas. Bet tie man bija ļoti nozīmīgs atspēriena punkts. Es uzzināju, ko nozīmē zinātniskā pētniecība un kā savus pētniecības rezultātus caur zinātniskajām konferencēm darīt zināmus citiem zinātniekiem. Šis darbs padarīja mani atpazīstamu kā zinātnieku un ļāva man nonākt doktorantūrā Kalifornijas universitātē Berklijā (*University of California, Berkeley*) un tur sa-



Austrālijā 2.febr.2007.  
Fotogrāfija no viņa personiskā arhīva

sniegt nākošo limeni zinātnē. Un Freivaldam ar savām zināšanām un enerģiju bija ļoti liela loma tajā, ka tas man izdevās.

Ir interesanti, ka Freivalds bija pirmais, kas ierosināja man nodarboties ar kvantu skaitļošanu (kas tagad jau 18 gadus ir mana galvenā pēfijumu tēma). 1993. gadā viņš atbrauca no konferences, iedeva man rakstu krājumu, parādīja vienu no pirmajiem rakstiem par kvantu skaitļošanu un teica: "*Šī ir tā lieta, ar ko vajag nodarboties!*" Toreiz tas ne pie kā nenoveda. Es izlasīju vairākus rakstus, bet nevienam no mums nebija skaidrs, kā pašiem kaut ko pasākt šajā virzienā. Bet ir interesanti, ka Freivalds redzēja kvantu skaitļošanas potenciālu jau 1993. gadā, kad ar to pasaulē nodarbojās tikai 10-20 cilvēki. Lielie atklājumi par kvantu datoru iespējām, kas aizrāva pārejo pasauli, vēl bija nākotnē...

Gadijās tā, ka četrus gadus vēlāk Berklijā noklausījos kursu par kvantu skaitļošanu. Kurša beigās profesors Vazirani, kas to lasīja, nosauca vairākas neatrisinātas problēmas. Viena no tām veiksmīgi savienoja to, ko jau biju pētījis Latvijā ar kvantu skaitļošanu. Tas mani ieinteresēja. Un, atbraucis uz Latviju ziemas brīvdienās, atklāju, ka Freivalds ir sācis pētīt kaut ko visai līdzīgu. Tas noveda pie mūsu nākamā sadarbības posma – tagad jau kvantu skaitļošanā. Apvienojot mūsu abu idejas, tapa interesanti zinātniski rezultāti, un

ši sadarbība bija viena no lietām, kas palīdzēja man noturēt saikni ar Latviju. Saikni, kas izrādījās pietiekami stipra, lai es desmit gadus vēlāk atgrieztos Latvijā.

Freivalds daudz laika veltīja pasniegšanai, lasot daudzus lekciju kursus. Viņš prata ieinteresēt studentus, atrodot pievilcīgas tēmas, par ko stāstīt. Piemēram, kursā "Matemātikas pamatjēdzieni", ar kuru viņš lepojās, bija izveidojis pārskatu par dažādām matemātikas nozarēm un to savstarpējām saiknēm, veidojot studentiem kopskatu par matemātiku kā zinātne. Freivalda pedagoģiskā pieeja lielā mērā balstījās uz uzdevumu risināšanu kopā ar studentiem, atrodot interesantus uzdevumus un ieinteresējot studentus risināšanas procesā. Viņš bija ļoti populārs studentu vidū un 2006. gadā saņēma studentu balvu kā LU "Gada pasniedzējs".

Freivalda pasniegšanas stils ir ietekmējis arī mani. Gan tiešā veidā, gan caur Agni Andžānu, pie kura esmu piedalījies daudzās nodarbībās, gatavojoties matemātikas olimpiādēm. Domāju, ka esmu diezgan daudz no viņiem abiem aizguvis.

4. janvāra ritā viņš vēl runāja par plāniem sesijai un eksāmeniem. Bija tik daudz ko darīt: eksāmeni, plānotais brauciens ar studentiem uz konferenci Slovērijā janvāra beigās. Dažas stundas vēlāk – pēkšņa sirdstrieka un viņa vairs nebija. Mums viņa pietrūks! 🐦

*Dr. math. habil. Rūsiņš Mārtiņš Freivalds "Zvaigžņotajā Debesī"*

Pirmo reizi "Zvaigžņotajā Debesī":

JAUNI ZINĀTŅU DOKTORI [par Andri Ambaini – datorzinātņu doktoru]

*Rūsiņš Freivalds. Tas ir iespējams. – 1997/98, Ziema (158), 27.-28. lpp.*

LATVIJAS ZINĀTĒNIKU [par LU profesoru, LZA akadēmiķi (1992), LZA Lielās medaļas (2003) laureātu Rūsiņu Freivaldu]

*Jānis Bārzdīņš. Profesors Rūsiņš Mārtiņš Freivalds zinātnes ceļos. – 2004/05, Ziema (186), 39.-40. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1359>*

*Agnis Andžāns->Rūsiņš Freivalds. Visa zinātne ir vienota (intervija). – 2004/05, Ziema (186), 40.-45. lpp.*

*Agnis Andžāns->Rūsiņš Freivalds. Visa zinātne ir vienota (intervijas nobeigums). – 2005, Pavasaris (187), 41.-45. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1340>*

**I. P.**

RAITIS MISA

## PAR ZINĀTNI UN DZĪVI – SARUNA AR FIZIĶI VJAČESLAVU KAŠČEJEVU

Latvijas fiziķis LU asoc. profesors LZA korespondents loceklis *Ph.D.* Vjačeslavs Kaščejevs ir *IAP\* Young Scientist 2013* titula laureāts. Pēc Latvijas Zinātņu akadēmijas ieteikuma nominēts par sasniegumiem kvantu nanoelektronikā par darbu, kas Latvijas Universitātē veikts kvantu sūkņu teorijā. Balvu V. Kaščejevam pasniedza Pasaules ekonomikas foruma dibinātājs un izpilddirektors prof. Klaus Švābs (*Klaus Martin Schwab*), kas 2009. gadā saņēmis LU Goda doktora nosaukumu.

*Zvaigžņotā Debess* uzrunāja zinātnieku ar mērķi iegūt atbildes uz jautājumiem, kas skar tieši zinātnisku pētījumu ritumu Latvijā, un arī par saistītām lietām, kaut vai mūžīgo Latvijas zinātnes pabērna lomu valsts atbalsta ziņā.

Klātienē intervijā jautājumus uzdeva un no zinātnieka (**V.K.**) vārdiem atbildes pierakstīja Raitis Misa (**R.M.**).

**R.M.** Lūdzu, īsi pastāsti par sevi: kas esi un ko dari?

**V.K.** Esmu zinātnieks, fiziķis, pasniedzējs Latvijas Universitātē. Ko es daru? Cenšos saprast dabu. Mēģinu lietot savas gadiem krātās teorētiskās zināšanas kvantu fizikā, lai izveidotu ko jaunu kvantu elektronikas jomā.

**R.M.** Kāds ir tavs ieguvums, atskaitot titulu un balvu, no dalības jauno zinātnes līderu kopienā Pasaules ekonomikas foruma ietvaros?

**V.K.** Ir divi ieguvumi. Pirmais – ir pazišanās tikls. Esmu iepazinies ar daudziem ļoti

enerģiskiem manas paaudzes zinātniekiem. Protams, tā ir iespēja mācīties no Eiropas zinātnieku pieredzes un saprast to, ko mēs šeit Latvijā varam paveikt. Tiešs rezultāts pasākumam Ķīnā (jaunā zinātnieka balva tika pasniegta Ķīnā) ir fakts, ka pie mums viesojās pieci ļoti augsta, augstāka par manu, līmeņa zinātnieki, kuri prezentēja meistarklasi par to, ko mūsdienās nozīmē būt zinātniekam. Šīs prezentācijas ieraksts ir atrodamas *YouTube*, un es ļoti iesaku to noskatīties katram zinātniekam, katram jaunam cilvēkam.

Otrs ieguvums ir vairāk netverams, no personīgās pieredzes – plašāks skatījums uz savu vietu zinātnē un arī uz zinātnes vietu sabiedrībā.

**R.M.** *Zinot, cik lieli resursi tiek ieguldīti atsevišķos starptautiskos "lielās zinātnes" projektos, piemēram, astronomijā un elementārdaļiņu fizikā, vai tu savu nozari vērtē kā tādu, kur ir iespējami būtiski atklājumi nelielās pētniecības grupās ar pieticīgu budžetu? Turklāt apstākļos, kad finansējums zinātnei ir samazināts.*

**V.K.** Iespējas ir vienmēr. Ir jāskatās, kā šīs iespējas iekļaujas mūsu darbības kontekstā. Mana situācija ir radikāli vienkāršāka ar to, ka mani pētījumi ir teorētiska rakstura. Tiesa, es cieši sadarbojos ar eksperimentālajām laboratorijām ārpus Latvijas. Protams, redzot tur ārzemēs jau veikto ieguldījumu un esošās infrastruktūras attīstības līmeni, saprotu, ka pie sevis Universitātē es nevarētu izbūvēt tādu eksperimentālo infrastruktūru. Bet tas arī nav nepieciešams, jo ne katrā valstī ir

---

\* *IAP – InterAcademy Panel*, tagad *global network of science academies*

šīs specifiskās jomas speciālisti.

Latvijā ir arī vairākas tradīcijām bagātas eksperimentālās zinātnes bāzes. Pirmkārt, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, no kura arī es esmu izaudzis kā zinātnieks. Tur cilvēkresursi un eksperimentāli tehniskā bāze ir iespaidīgi un pietiekami, lai institūts būtu konkurētspējīgs vairākās nozarēs.

Ir jāapzinās, ka aptvert visus fizikas pētījumu virzienus mēs nevaram. Tādēļ ir svarīgi apzināties tās jomas, kurās jau ir spēcīgas iestrādes, un palīdzēt tām attīstīties. Un te jāsaprot, ka arī mūsu kvantu fizikā ir ievērojami eksperimentālie sasniegumi, kas veikti šeit pat Latvijā. Konkrēti LU Fizikas un matemātikas fakultātes Lāzeru centrā. Tur tiek veikti pasaules līmeņa eksperimenti gan ar atomiem, gan ar šobrīd aktīvi pētāmajiem šļāpekļa vakancu (NV) centriem dimantos. Šeit starptautiskā sadarbība notiek ļoti augstā līmenī.

**R.M.** *Jūsu pētījumu galvenais darbības virziens ir t.s. kvantu sūkņi. Kas ir kvantu sūkņi un kādiem mērķiem tie tiek veidoti?*

**V.K.** Tas ir specifisks ierīču paveids, kuru pētījumus mēs veicam. Esam jau vairākus pētījumu soļus veikuši, taču katru reizi, sasniedzot kādu rezultātu, paveras jauni pētījumu virzieni.

Kvantu sūkņi pēc būtības ir tādi kā vārti, atslēgas elements, kas ļauj sadalīt lādiņu plūsmu elektriskajā ķēdē atsevišķos elektrības



Fizmatdienu zinātnes kafējnīca «Neiespējamo lietu fizika» 29.apr.2009.

kvantos, atsevišķos lādiņa nesējos – elektronos vai caurumos. Tas ļauj piekļūt šo atsevišķo lādiņa nesēju kvantu īpašībām. Piemēram, minētajā lāzeru centrā atsevišķo lādiņa nesēju kvantu īpašībām piekļūst, tos izretinot, piemēram, gāzi. Viens no pētījumu elementiem ir šūna ar sārmu metāla gāzi. Vai atoms, kas iekļauts kristālrežģī. Šis atoms tiek iekļauts īpašā matricā, bet tas tur ir viens pats.

Elektroniskais analogs – sadalīt elektrību atomos vai elektronos. Un tam ir nepieciešams kvantu sūkņis, kas nodrošina tieši vienu, tieši divu, tieši trīs elektronu sagatavošanu un palaišanu pēc pieprasījuma.

**R.M.** *Tāpat ir iespējams šos kvantu sūkņus izmantot metroloģijā, ar tiem veikt mērījumus?*

**V.K.** Jā, tas ir viens no lietojuma virzieniem, kas iet roku rokā ar fundamentālajiem pētījumiem. Līdzko mēs izprotam ar spējam tehnoloģiski kontrolēt kvantu procesus, mēs varam pārskatīt, cik lielā mērā tas var ietekmēt mūsu vienību sistēmu – precizitāti, ar kādu ir realizēti etaloni.

**R.M.** *Nu jā, mēs jau zinām, ka ir, piemēram, problēmas ar kilograma etalonu, kas maina savu svaru.*

**V.K.** Jā, tas ir interesants stāsts, un metroloģija pēc būtības ir ļoti specifiska un interesanta zinātnes un tehnikas nozare. Pirmajā brīdī var spriest – nosakām vienības un izmantojam. Patiesībā metroloģija ir ļoti cieši saistīta ar fundamentālo fiziku. Svarīgi ir arī tas, kā šo mērvienību lielums nonāk līdz praktiskiem lietojumiem.

Ilgtermiņa mērķis pāriet uz mērvienību sistēmu, kas balstās uz fundamentālām fizikas konstantēm, savu kulmināciju sasniegs jau visai drīz – 2018. gadā. Tiks radikāli izmainītas SI mērvienību definīcijas. Piemēram, jaunā strāvas stipruma definīcija – 1 A atbilst noteiktam skaitam elementārlādiņu sekundē. Šādi tiek fiksēta elementārlādiņa vērtība. Vislielākās diskusijas izraisa kilograma jaunā definīcija – kilograms ir tāda masa, pie kuras Planka konstantes vērtība ir noteikts lielums. Bet jāsaprot arī tas, ka zinātnē bieži ir tā, ka





Zinātnes kafejnīcā "Higgsa bozons" 18.okt.2012.

definēšanas procesi nav pabeigti un ir iespējams rast vēl labāku vai precīzāku definīciju.

**R.M.** *Nesen pasauli aplidoja ziņa, ka atkal esot uzstādīts jauns kvantu informācijas teleportācijas optiskajā šķiedrā attāluma rekords. Komentārs par šo, vai mums kādreiz būs momentāni sakari?*

**V.K.** Teleportācija nenozīmē momentānus sakarus. Tas ir pārpratoms. Tas, ka nemitīgi ir jaunas ziņas par jauniem šāda veida sasniegumiem, ir laikmeta iezīme. Cilvēki alkst pēc milzīgām sensācijām. Patiesībā šī izpēte virzās ļoti pakāpeniski. Protams, katrs nākamais sasniegums tiešām ir ievēribas cienīgs, bet to īsti novērtēt var tikai profesionāļi. Populārzinātniskā izklāstā šādas lietas itin bieži zaudē savu jēgu. Lai izprastu, ko kontekstā nozīmē *teleportācija*, vajag diezgan nopietni iedziļināties un daudz laika veltīt tam, kas tas patiesībā nav. Tā nav komunikācija, tā ir noteikta, no ārējās vides labi pasargātu mikrodaļiņu stāvokļa precīza kopēšana. To var saukt par kvantu kseroksu, turklāt ar obligātu nosacījumu, ka oriģināls kopēšanas procesā tiek iznīcināts.

Lielākā nozīme šo procesu izpētē ir tieši šim trauslumam, kas īpatnējā veidā saistīts ar fundamentāliem fizikas likumiem, cik tālu mēs tos izprotam nešauboties. Izmantojot šos fizikas likumus, praktiski iespējams nodrošināt

garantēti drošu datu komunikāciju (šifrēšanu). Iespējams radīt sistēmu, kas balstās nevis uz matemātisko kriptogrāfiju, bet uz kvantu informācijas nesēja fizikālām īpašībām.

Kvantu komunikācijas protokoli, kas neietver sapinumu, bet izmanto šo kvantu sistēmas trauslumu, jau labu laiku ir komercializēti un tiek izmantoti, kad drošības prasības attaisno izdevumus.

Bet, protams, no fundamentālo pētījumu viedokļa ir ļoti svarīgi saprast, cik lielā attālumā saglabājas šis kvantu sapinums (*entanglement* – vairāku daļiņu kopīgie "pulksteņi"). Un te atkal aktualizējas jautājums par mūsu mērīšanas metožu precizitāti un jutīguma robežu. Ja kvantu sapinums noteiktā mērogā nezināmu iemeslu dēļ izjūk, mums ir iespēja šos iemeslus meklēt.

**R.M.** *Jautājums par kvantu datoriem. Daudz dzirdēts par to, ka ir radītas iekārtas, kas spēj veikt kvantu informācijas apstrādi. Tomēr par pilnvērtīga, īsta kvantu datora radīšanu runāts netiek.*

**V.K.** Šobrīd kvantu datori atrodas bērnu šūpulī. Apmēram kā pirmās integrētās shēmas prototipu ar dažiem tranzistoriem salīdzinot ar modernu viedtālruni.

Ir jāsaprot, ka galvenā atšķirība starp parasto datoru un kvantu datoru evolūciju ir tāda, ka kvantu datoriem būtu naivi sagaidīt ko līdzīgu Mūra likumam. Kad, vienu principu apgūstot, varam strauji paātrināt to izmantojošās sistēmas darbību. Kvantu datoriem svarīgākais ir izveidot pietiekami izolētu sistēmu, kas nodrošina pietiekami stabilu kvantu sistēmas darbību. Kad tas ir sasniegts, var sākt domāt par lielāku elementu skaitu. Progress soli pa solim notiek. Ja uzrunā kādu, kas ar šīm problēmām strādā, viņi ir optimistiski.

**R.M.** *Kādas būs praktiskās sekas brīdī, kad kāds paziņos, ka pilnvērtīgs kvantu dators ir radīts? Ir dzirdēts, ka tās būtu esošās matemātiskās kriptogrāfijas beigas. Tas ir diezgan biedējoši.*

**V.K.** Jā, kriptogrāfija ir klasiskais lieto-

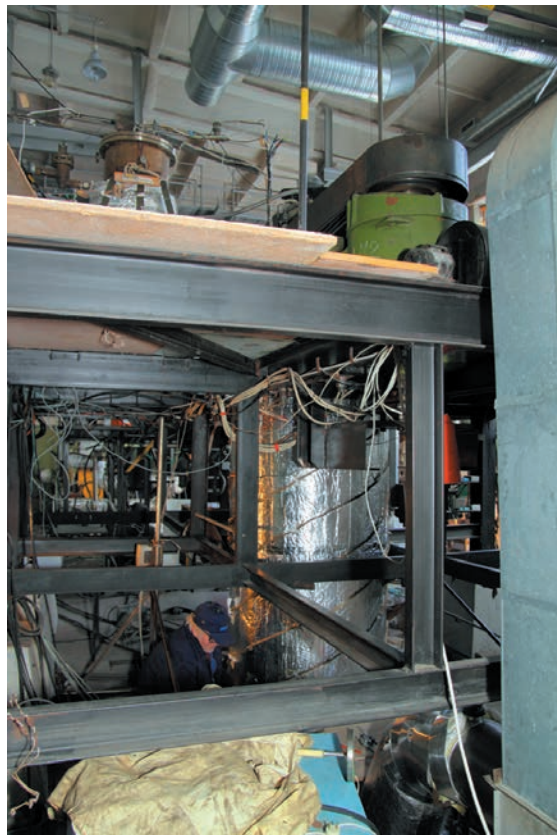
jums, kura dēļ savulaik ASV valdība piešķīra līdzekļus pētījumiem nozarē. Ir citi specifiskāki uzdevumi, tomēr nav runa par ikdienas lietojumiem, kad kvantu datori veiktu parasto datoru uzdevumus, kas prasa lielu datu apjomu apstrādi.

Tātad kvantu dators pārskatāmā nākotnē būs specifiskas iekārtas specifiskos datu centros, kas šobrīd dažas principiāli neiespējamās lietas padarīs par iespējamām. Te mēs atkal sastopamies ar publikas *fanošanu* par līdz galam nesaprotamām lietām, kas ir *forši*. Bet, ja kāds jautājums interesē, to labāk iepazīt nopietni un izprast pēc būtības.

**R.M.** Pastāsti par MHD (magnētiskā hidrodinamika) dinamo eksperimentu Salaspilī – pirmo pasaulē.

**V.K.** Tas nu būtu jāzina katram Latvijas fiziķim, **katram** Latvijas iedzīvotājam. Tas saistīts ar mūžseno jautājumu par to, kā rodas planētu, konkrēti Zemes, magnētiskais lauks. Vienkāršoti pamata atziņas bija, ka pastāvīgi magnēti Zemes dziļēs nevar būt, jo tur ir pārāk karsts. Ja tas nav pastāvīgs magnēts, tātad magnētisko lauku ģenerē strāvas, kam jāplūst cietā vielā. Bet, ja nav nekādas kustības, visas strāvas apstājas, jo nevaram gaidīt, ka Zemes kodols ir supravadošs. Lai strāvas nerimtu, jābūt kustībai, kas ņem enerģiju vai nu no Zemes kinētiskās enerģijas, vai arī no konvekcijas procesiem, siltuma, kas plūst no Zemes iekšpuses uz āru. Tātad jābūt mehānismam, kas mehānisko kustību saista ar strāvu, saista ar magnētisko lauku.

Viena lieta ir veidot teorijas, pavisam cita – tās eksperimentāli pierādīt. Zemes kodolam mēs piekļūst nevaram. Tādēļ ir nepieciešama ļoti dziļa kompetence darbībā ar šķidriem metāliem, kā tos virzīt ar magnētisko lauku. Jāizprot, kāda ir šķidrā metāla kustības un tajā plūstošas strāvas magnētiskā lauka mijiedarbība. Tas ir magnētu hidrodinamikas izpētes priekšmets. Šajā nozarē Latvijā ir pasaulslavenas tradīcijas. Fizikas institūtā Salaspilī ilga mērķtiecīga darba rezultātā tika izbūvēts šķidrā nātrija kontūrs un eksperimentāli pierā-



MHD dinamo jeb «Rīgas dinamo» eksperimenta iekārta Latvijas Universitātes Fizikas institūtā, Salaspilī. 1999. gada 11. novembrī ar šo iekārtu pirmo reizi pasaulē laboratorijas apstākļos tika demonstrēta Zemes magnētiskā lauka simulācija jeb magnētiskā lauka pašieroses mehānisms. Eksperimenta galvenie autori bija Agris Gailītis, Oļģerts Lielausis un Ēriks Platacis.

dīta magnētiskā lauka pašģenerācija. Faktiski tas ir, kad no fona trokšņa spontāni rodas magnētiskais lauks. Tas ir t.s. dinamo mehānisma eksperimentālais pierādījums.

Šis eksperiments fiziķu aprindās radīja plašu rezonansi pasaules mērogā.

Fizikas institūta speciālisti, arī jaunā paaudzē, joprojām izmanto šis zināšanas par šķidrā metāla stūrēšanu, izmantojot magnētisko lauku, lai radītu eksportspējīgus produktus. Metālu industrija ir nepieciešami sūkņi, kas

Ļoti eleganti spēj sūknēt šķidru metālu, izmantojot permanentos magnētus. Šādu sūkņu būvēšana ir viena no Latvijas specialitātēm.

**R.M.** Vai bez pētījumiem fundamentālās zinātnēs ir iespējams sasniegt labus rezultātus praktiskajās zinātnēs? Saprotams, ka vispārīgā atbilde ir nē, bet lūdzu kādu komentāru. Tas domāts kontekstā ar valsts attieksmi pret zinātni, tās finansējumu.

**V.K.** Pirmkārt jau jāsaprot, ka te ir viltus pretnostatījums. Tas, ka mēs kaut ko atklāsim fundamentālajās zinātnēs, automātiski nenozīmē, ka to varēs komercializēt un pārdot. Tas nedarbojas vienas rūpnīcas, vienas universitātes, vienas valsts ietvaros. Fundamentālās pētniecības galvenā atdeve ir cilvēkkapitāls un zināšanu uzkrāšana. Tas ir iemesls, kādēļ bez fundamentāliem pētījumiem visai ātri apstājas jaunas praktiskas iestādes. Tas iespējams, tikai ilgtermiņā attīstot kādu pētījumu virzienu. Un tas nav jautājums tikai par to, ka mēs šeit kaut ko izveidosim vai ne. Tas ir jautājums par valsts konkurētspēju.

Tādēļ ir jārod savas nišas un jāattīsta pētījumi ar tām saistītajās nozarēs. Un šeit lielā mērā ierobežojošais faktors ir tas, cik sabiedrība to apzinās. Ka zinātne nav tikai kaut kas tāds, kas ļauj izgudrot lietas, ko var labi pārdot. Bez šīs izpratnes mūsu sabiedrība paliks kaut kur rietumos ražotu izstrādājumu patērētāju līmenī.

Liela nozīme tādēļ ir zinātnes popularizēšanai, bet ne ar patērētāju nosacījumiem, un kritiskās domāšanas attīstīšanai. Cilvēkam ar attīstītu kritisko domāšanu nav grūti paskaid-



Andris Ambainis (*pa labi*) un Vjačeslavs Kaščejevs strādā pie kopīga projekta ar mērķi novērtēt kvantu ierīču ierobežojumus un priekšrocības.

Visi foto: Toms Grīnbergs, LU Preses centrs

rot, kāda ir zinātnes vieta sabiedrībā. Savukārt, kam šāda domāšana ir sveša vai sagādā grūtības, varbūt izraisa sāpes kaut kur pieres vai pakauša apvidū, tad ir bēdīgi. Un nav jau nekādu ilūziju. Kādi esam, tāds ievēlam Saeimā. Un te nu mēs nonākam, kur esam.

**R.M.** Varbūt vēlies sniegt kādu komentāru no sevis?

**V.K.** Ļoti svarīgi ir nezaudēt dzīves garšu. Un iespēju robežās maksimāli censties saprast dabas procesus un kaut ko radīt. Radišanas prieks jau ir tas primārais, kas zinātniekus motivē. Tas kā magnēts piesaista spēcīgas personības un intelektus. Ja tiek radīta vide, kas šo radošo enerģiju ļauj pielikt arī praktiskiem izaicinājumiem, tad, es domāju, tas arī ir stūrakmens tādai optimistiskai attīstībai.

Tādēļ lasītājiem novēlu nezaudēt zinātkāri, iekšējo impulsu kaut ko saprast un gūt baudījumu no šā intelektuālā procesa. 🐦

## ŠOGAD ATCERAMIES ☘ ŠOGAD ATCERAMIES ☘ ŠOGAD ATCERAMIES

**Pirms 90 gadiem** – 1926. g. **5. martā** Jelgavā dzimis **Juris Birzvalks**, latviešu fiziķis, magnētiskās hidrodinamikas speciālists, kā arī literāts un filozofs, tehnisko zinātņu doktors (1962), LZA Fizikas institūta līdzstrādnieks (1957) un RTU docētājs (1960), *Zvaigžņotās Debess* atbildīgā redaktora vietnieks (1984-1995). Publicējis vairāk nekā 50 zinātnisku rakstu, sarakstījis, tulkojis un rediģējis zinātniskus un literārus darbus, bijis dedzīgs zinātnes popularizētājs un šekspirologs. Varāki viņa raksti iespiesti *Zvaigžņotajā Debēsī*. Gājis bojā autokatastrofā 1995. gada 4. jūlijā Rīgā (sk. N. Cimahičičas rakstu "Juris Birzvalks (1926. 5. III-1995. 4. VII)". – *ZvD*, 1996. g. Pavasaris, 30.-31. lpp.).

**I.D.**

ANDREJS ALKSNIS

## CEĻI TUVI – CEĻI TĀLI

(4. turpinājums)

**5. jūl. 1955. Zentai** (no Krimas): “Man liekas, ka Hercena “Vēstules par dabu” nav visas jālasa, bet tikai divas. Vismaz tā bija, kad es liku. Ka tur maz ko var saprast, tas tiesa. Un šodien ieraudzīju Tavu vārdu Referatīvajā žurnālā. Ikaunieks ielicis referātu par Tavu rakstu Vēstis par Saules aptumsumu. Bet par mūsu brošūru, kalendāriem un Tavu brošūru vēl nav. .. Tev būšot jābrauc uz Maskavu rakāties pa katalogiem, lai meklētu īpatn[ējās] kustības. Man radās tāda ideja, ka es varētu palīdzēt šādā veidā. Tu sameklē zvaigznes, kurām jāuzzina īpatn[ējā] kustība, t.i., par kurām jāmeklē dati. To zvaigžņu sarakstu atsūti man, sākumā varbūt tik dažas. Tad es varu paskatīt tajos katalogos, kas ir šeit, vai te var ko dabūt. Ļoti iespējams, ka te nav visi katalogi, jo te ar astrometriju nenodarbojas. Attiecībā uz īpatnējām kustībām es vēl atradu dažas lietas, kas mani ieinteresēja. 1) Koopera rakstā žurnālā “Popular Astronomy” 1946. g. 6. numurā “Vācu astronomija kara laikā” ir piezīme, ka, sastādot AGK<sub>2</sub>, vācieši nav atvasinājuši īpatnējās kustības, ņemot pamatā divas epochas – AGK pirmo katalogu un šo otro. Vācieši gribot savākt visus esošos novērojumus simtprocentīgi un tad tik ķerties pie īpatn[ējām] kustībām]. Šāda pieeja esot pilnīgi pretēja Yale’s programmai. Amerikāņu astronomi uzskata, ka labāk īpatnējā kustība, kas iegūta no divām epochām, nekā nekāda. Tev gan laikam vajag precīzas īpatnējās kustības, bet tomēr var izmantot arī šos divus katalogus. .. Tad uzzini no Daubes, kāds maiņzvaigžņu laukums ir Sektoram uzdots fotografēšanai. Tartu bija uzņemtas da-

žas plates – šķiet, Cefejā. Varbūt es varu fotografēt tādās naktīs, kas neder spektru un fotometriskiem novērojumiem. .. man par to vēl jārunā ar Sainu, bez viņa ziņas jau nevar. Un bez tam paliek atklāts fotoplašu jautājums šim nolūkam. .. Nupat vakarā attīstīju pag[ājušo] nakti ņemto plati. Man fotogrāfiskais efektīvais viļņu garums iznāk 4380 Å, t.i., par 120 Å lielāks nekā tas, kas iznāca vienai līdzstrādniecei, lietojot citu metodi. Jāmeklē, kur te slēpjas vaina, bet pagaidām šis jautājums man aiziet “dibenplānā”. Vairāk pašlaik ar to nenodarbošos. Ar to referātu slikti, nevaru izdomāt, kā to sastādīt un stāstīt. Te vispār nekādas sēdes, ne semināri nenotiek, vienīgi pāris reizes gadā. Nez kāpēc tad man Sains liek ziņot. .. Ienāca prātā, ka Tavs uzvārds krieviski bija iztaisīts Альксне Referatīvajā žurnālā. .. Ir vēl dažas problēmas. .. Pieņemsim, es pēc 2 ½ gadiem beigšu aspirantūru. Un tad, ko tad es darišu pie Ikaunieka, rēķināšu kalendāru, lasīšu populāras lekcijas? Par to pagaidām beidzu. Jau sen domāju, ka vajadzētu sacerēt kādu rakstu “Pad[omju] Jaunatnei”. Bet tur atkal ir jāraksta zināmā garā; bez tam jābūt kaut cik spējām interesanti uzrakstīt.”

**5. jūl. Zenta:** “Nupat pie manis bija ienācis Dīriķis (es sēžu Drosmas vietā), paskatījās, ka es mācos, un teica, ka tā kā tā izkriņķot. Man palika baigi! Varbūt nemaz necīnīties tālāk ar mācīšanos. Tūlīt atnāks pie manis Šteins, jau vakar pieteicās. Atkal dažas stundas būs jāpazaudē. .. Ekspedicija ir atlikta līdz augustam, jo nekas nav kārtībā. Jāraksta atskaite par pusgadu, un nekā nav ko



rakstīt. .. Nu, ienāca Šteins. .. Tagad es izlasīju jau. Tas bija publikācijas turpinājums [tai], kas publicēta pēdējā АЖ [Астрономический журнал]. Ik-s man nupat iedeva lekciju, ko lasīt pirmdien Virsnieku namā. Man gan bail un laika arī žēl, bet 100 rb arī nav zemē metami."

**9. jūl. Z.:** "Vakar lasīju lekciju Virsnieku nama parkā. Atzīstu par neizdevušos. Gribēju par daudz izstāstīt 30 minūtēs, steigšos, iznāca neskaidri, pati to jutu, un tad gāja vēl sliktāk. Bet galīgi jau neizgāzos.

Ik-s aizgāja atvaļinājumā un mani atstāja vietā. Patīkami jau nav, bet nekā sevišķa viņam pārņemst vai atteikties arī nevaru. Pašlaik mēs ar Mafisiņu divi vien esam. Viņš arī drīz iet atvaļinājumā un pie tam vakar saslīma."

**12. jūl. Z.:** "Šodien no Institūta aizbrauca uz kolchozu uz trim dienām kukurūzu ravēt. No mūsējiem Nate, Katja, Zepe.

Bartuševis 15-tā iet prom, un nav ko vietā pieņemt. Paralaksu katalogs beidzot ir pienācis, bet par šīm lietām .. domāšu pēc eksāmena. .. Jā, Dīriķis lika izteikt Tev rājienu, ka Tu savam rakstam neesi sakārtojis to meteoru plūsmu tabulu."

**20. jūl. Z.:** "Ik-s taisās pieņemt Šneideru Bartuševisa vietā."

**29. jūl. Z.:** "Šorīt sanāca visi man nepazīstami cilvēki, vairums pat pilnīgi neredzēti. Es pēc saraksta biju priekšpēdējā, un tā man nācās diezgan ilgi gaidīt un gūt zināmu priekšstatu arī par citiem. .. par eksāmenu uzzināju aizvakar un abas dienas citīgi zubrīju, bet naktīs puslidz gulēju. No rīta gan .. neko vairs nevarēju atkārtot. Bet vēlāk nomierinājos un, gaidot savu kārtu, vēl šo to iegaumēju, kas gan man nenoderēja. Man biļetē bija šādi jautājumi: 1) Dialektiskā materiālisma rašanās – revolūcija filozofijā, 2) Sajūtas un domāšana kā izziņas pamats, 3) Sabiedriski ekonomiskas formācijas jēdziens. Pirmais jautājums man no laika gala nav patīcis, un arī šoreiz to biju švaki sagatavojusi, bet iznāca, ka to izstāstīju labāk par citiem – biju spiesta "izzīst no pirksta". Otru

jautājumu biju labi gatavojusi un izstāstīju sliktāk, nekā biju cerējusi. Galvenais, nevarēju atcerēties nevienu racionālista. Trešā jautājumā gribēju plaši un gari stāstīt par formācijām, bet šie pieķēras pie tā, ka teikts sabiedriski ekonomisko formāciju jēdziens, un lai es to izskaidroju ar pirmatnējās sabiedrības piemēru. Domāju, ka ar šo jautājumu nu esmu galīgi čupā. Valeskalns gan atlaida mani ar vārdiem "кончили дело, гуляйте смело" (lieta pabeigta, staigājiet droši). Visumā gāju prom ar tukšuma un neapmierinātības sajūtu un cerību uz 3. Kad paziņoja rezultātus, sāka birt 3 kā no maisa. Un pieeši: Alksne – 4, 4 un vēlreiz 4, un kopā 4. Nokritu kā no plaukta un nobijos, ka viņiem kas misējies. Visumā bija 3x4, 6x3 un 2x2 un Deglavs teica, ka slikti rezultāti – aspirantiem trijnieki.

Un tā esmu to elles lāci kāvusi, cik vien laimīgi iespējams. Vēl nevaru atjēgties.

Tagad par otru būtiskāko jaunumu. Drosma no 22. VII slimnīcā .. nekā tuvāk pagaidām nezīnu."

**6. aug.** Počtovoje (Partizanskas) observatorija: "Nu jau ceturto dienu esmu jaunajā observatorijā. Braucām trešdien ar observatorijas autobusu. .. Te observatorija pilnā sparā gatavojas atklāšanas svinībām, kuras būs septembra vidū. Kad es te biju 53. gada rudenī, bija uzceltas tikai divas dzīvojamās mājas. Tagad ir vēl trīs direktoru mājas, piecas četrdzīvokļu mājas, no kurām dažas gan vēl nav pabeigtas, lielā viesnīca ar darba kabinetiem. No instrumentiem gan nekas nav jauns nācis klāt. Tagad steigšus vismaz no ārpusē pabeigt to, kas iesākts, būvē un asfaltē ceļus, velk kabelus, stāda puķes, gatavo solus dārzā utt. Sakarā ar to, ka būs daudz ārzemju viesu, tiem speciāli sagatavo viesnīcas telpas. No turienes visus met ārā un sabāž, kur nu var. Es arī esmu istabā, kur piecas gultas vienā no vecajām 8-dzīvokļu mājām. Tapat blakus dzīvo celtnieki tādās pagaidu mājās kā barakās. .. Laiks nu jau otru nedēļu sliktis, vai katru dienu list, šovakar sāk noskaidroties

un es iešu pirmo reizi fotografēt ar 16-colligo astrogrāfu. Pagaidām gan tikai fokusēšanai fotografēšu, jo Mēness vēl traucē īstos novērojumus. .. Te būšu apm. līdz 27. VIII.”

**16. aug.** Počtovoje: “Cik jums Latvijā liels sausums, tik te Krimā neparasti slapja vasara, vietējie neatceras tādu. .. Līdz ar to novērošanas apstākļi slikti. .. šovakar ir gan skaidrs, bet zvaigžņu attēli slikti: zvaigznes izplūdušas “kā pankūkas” un lēkā ap pavedienu krustpunktu teleskopa gidā, tāpēc es arī pašlaik nenovēroju. .. Pagājušo nakti tomēr fotografēju spektrus sliktos attēlos, lai pārlicinātos, kas tur iznāk. Izrādās, ka neatmaksājas tērēt plates un laiku, jāpagaida, var būt, ka uz pusnakti attēli uzlabojas. Es vakar gandrīz atklāju jaunu komētu. Attīstīju plati ar spektriem un ieraudzīju tādu miglainu objektu. Sākumā domāju, ka miglājs, bet tad apskatījos uz divu iepriekšējo nakšu uzņēmumiem, un izrādījās, ka tur tas ir citā vietā; pārvietojas vairāk nekā 1/2° dienā. Izmeklējos literatūrā ziņas par pēdējām komētām un nekā līdzīga nevarēju atrast. Jau gribēju sūtīt telegrammu uz Maskavas observatoriju, bet sadabūju dažas pavecākas telegrammas no Maskavas, un izrādījās, ka šī komēta ir jau 13. jūl. novērota. Pašlaik tā attālinās no Zemes, tā ir devītā zvaigžņlieluma spožumā. Parastā binokli to redzēt nevar. .. Es vakar teleskopa meklētājā un gidā tomēr saskatīju, tāds vājš miglas plankumiņš. .. Bija izdevība aizbraukt uz Eipatoriju. Pilsēta līdzīga visām Krimas pilsētām, bet vasarnīcu un sanatoriju rajonos jūras malā skaistas alejas, parki, turpat blakus pludmale, tāda kā Rīgas jūrmalā – lēzena, ar smiltīm, jūras dibens lēni padziļinās. Bet cilvēku milzum daudz.”

**30. aug. Z.:** “Saša arī stājas aspirantūrā. Viņš gan negribēja, bet lk-s deva mājienu, ka pie atestācijas būs slikti, ja nestāsies, un Sašam nekas neatlika kā stāties. Papīrus jau ir iesniedzis un tagad lasa īso kursu. Par vadītāju būšot lk-s pats. Tad jau var domāt, kas tur atkal būs. Vispār nupat tuvojas krahs: 2 laboranti prom, šoferis iet prom, Grabinskis

arī taisoties, Nate arī kaut ko gudro. Šai jāizšķiroties par viru vai zinātnisku darbu. .. Es pašlaik sāku ņemties ar kartītēm. .. Man jau tagad jālasa angļiski, ja ne cits, tad katalogu priekšvārdi.”

**21. sept. Zentai** no Simeizas: “Un tā es esmu atkal Simeizā. Brauciens bija diezgan nepatīkams: smagā mašīna ar brezenta virsu, sēdējām otrādi – ar muguru uz priekšu. .. No rīta un arī naktī bija skaidrs, bet jau ceļā sāka apmākties. Patiesību sakot, man te vairs nav nekā, ko darīt; novērot tagad nevar, mērīt arī nav uz kā. Pēc būtības vajadzētu braukt prom.”

**30±. sept. Zenta:** “Sašu pašlaik grib ieskaitīt aspirantūrā, bet viņš pats negrib, kamēr nav vadītāja (man liekas, viņš vispār negrib, galvenais no naudas viedokļa, lai gan pēc mana prāta trakākais ir, ka viņš radioastronomijā nekā nezina un nemēģina uzzināt). lk-s solījis sarunāt vadītāju Krimā, bet tagad saka, lai par vadītāju neuztraucas, ka būs Pulkovā. Bet Saša dažādās instancēs mēģina kavēt ieskaitīšanu aspirantūrā uz tā pamata, ka nav vadītāja. Saša interesējas, vai Tu kaut ko nezini, vai lk-s Krimā ar kādu runājis par Sašas piestiprināšanu un kas no tā ir iznācis. Tālāk pats lk-s lūdž, lai Tu atsūtīt lielo bildi, uz kādas esot uzņemti visi atklāšanas dalībnieki. .. Pie kartītēm lk-s vēl arvien neķeras klāt, lai gan katru dienu atgādinu. Par konferenci viņš nav vēl stāstījis. Es tagad lasu Kapteiņa laboratorijas publikāciju par īpatnējām kustībām izmeklētos laukumos. Apģūstu terminoloģiju un skatos, kā viņi darijuši. Varu saprast tīri labi. Tomēr daļa vārdu palikuši atmiņā no iepriekšējiem gadiem, un tāpēc ar tulkošanu iet ātrāk uz priekšu. Palīdz arī tas, ka sators vispārīgi pazīstams un skaidrs. .. Es mēģinu atkal pārveidot savu “Zemi – pulksteni”, bet nekas nesanāk...”

**1. okt.:** “Tagad par mājās braukšanu. Es jau domāju un cerēju uz Māra dzimšanas dienu, bet no tā jāatsakās. Šajā lunācijā es tomēr nevarēšu izdarīt visu, ko biju domājis. Šīte es tieku klāt tikai katru trešo nakti. Vakars

gan no vakara puses izdevās trīs plates uzņemt. Un bez tam gribu vēl Partizanskā ar ultravioleto filtru fotografēt. Tāpēc jāgaida nākošā lunācija, kas sāksies ap 25. oktobri. Uz Oktobra svētkiem gan pacentišos. Bet visas mantas gan es nevāksū līdz. Būs jau nākošu gadu atkal jāatbrauc. .. Jāved taču daudzas plates un visādas atzīmes un piezīmes.

Ja jau jums tagad ir telpa mēriekārtām, tad vajag uzstādīt mikrofotometru, to pašu, kas Sektoram pieder. Būtu labi, ja Tu ar to nodarbotos. Tas taču Tev būs vajadzīgs. Protams, to pēc angļu valodas eksāmena. Kas tad tagad "dzīvos" vecajā Sektora vietā? Un uz kādu adresi lai es rakstu lkauniekam? Kas notiek Baldonē? Un kas ar radioastronomiju? Man vienmēr te Moisejevs jautā, un es nezinu, ko atbildēt..."

**3. okt.:** "Pagājušajā naktī līdz trijiem novēroju. .. Pie fotometra tomēr nav iespējams katru dienu nepārtraukti nosēdēt. .. Kā Tev ar angļeni? .. Kas ar komētu, vai beidzot ir gatava efemerīda? Un Astronomiskais kalendārs. Vai publikācijas pienāk? .."

**5. okt. Z.:** "Kirko Zinātņu popularizēšanas biedrības sēdē teica, ka jāizdodot vairākas mazas brošūriņas. Valsts izdevniecība maksāšot 1500 par loksni. .. Sektorā gatavojamies atestācijai, kas šogad notiks. Tikai pēc tam laikam būs algas paaugstināšana. Rīt būs sēde ar direkcijas piedalīšanos, kur visiem būs jāatskaitās. Jāiesniedz arī rakstiska atskaitē un publicēto darbu saraksts. Radioastronomi šodien vācās prom uz "Sarkano Planētu". Nate 10 reiz dienā "sprāgst gaisā". lkaunieks otrdien stāstīja par konferenci, bet neko prātīgu ne. Baldonē tūlīt cels "putu" mājiņu – divstāvēgu. Steidzīgi jāizraugās vieta. Bet trubas pasūtīšanai Ļeņingradā naudu nedod. Oktobrī uz Ļeņingradu brauks Nate un Kriksis. Es laikam novembrī tomēr braukšu uz Maskavu."

**21. okt. Z.:** "Pagājušo pirmsdien biju Baldonē. Man izvēlēta vieta nepatīk. Kur gan redzēts, ka observatorijas vidū milzīga bedre! Bet manas domas jau neviens neprasis, un pašlaik jau rok pamatus pagaidu mājiņai,

kuru jaunnedēļ atvedīs no Tallinas Baranovs. .. Nezinu, no kāda materiāla īsti tā māja būs. Krietni izstaigājos un izsēņojos, bet pilnīgi skaidra priekšstata par katru uzkalnu man vēl nav. Sektorā pie sienas stāv plāns. .. Baranovs ar vietējo būvkanatori .. par mājas 8x10 m pamatiem prasa 18 000, par ceļa "taisīšanu", kur pāris vīriem vienu dienu jāpāstrādā ar cirvi, – 8000 rb. lks pats ne reizes nebrauc, sūta Matišiņu. .. Trešdien man vajadzēja lasīt lekciju rūpnīcā, bet šo priekšnieki apspriedās, un viss izputēja. Jaunnedēļ jābrauc otrreiz. Vakar lks piedāvāja man braukt uz Latgali lekcijas lasīt vienu nedēļu, nopelnīšot 1000 rb. Tik daudz jau ne, bet 500 gan dabūtu, un es brauktu ar, ja mamma būtu veselāka. .. Rita zvanija, ka varot jau saņemt stipendiju. Rītu braukšu pakal, un būs arī jāsūta Tev prom.

Saša no šodienas ir aspirants. Lauzās veselu mēnesi, kamēr lks ar Kirko pierunāja. Pateica: vai aspirantūrā, vai atlaidīs. Saša pamatoja savu negribēšanu ar to, ka nav vadītāja, bet faktiski grib tikai bumbulēt – kaut vai par laborantu, ka tikai nav jāmācās un nekas nav jādara. Kad redzēja, ka man tā lieta skaidra, tad pietiekami atklāti arī pateica. Tagad nobijies, joki jau nav 3 gados kļūt par kandidātu zinātnē, kur nezina ne ā, ne bē. Bet par to vajadzēja sākumā domāt, bet šis laikam bija cerējis apiet lks-u pēc sava prāta. Tas nav tik vienkārši. Svētdien Nate un Kriksis brauc uz Ļeņingradu."

**22. okt. Z.:** "... no Vojenkomata [kara komisariāta] vakar atkal atsūtījuši pavēsti. Jāiet atkal uz turieni lamāties! .. Es pašlaik gatavoju referātu par īpatnējo kustību absolutizēšanu pēc ārpusgalaktiskiem miglājiem."

**12. nov. Z.:** "Ar jaunu gadu mēs it kā būšot atsevišķa vienība pie Prezīdija. Direktors grib dabūt 1 štata vienību sev un grib ieskaitīt Sašu klātienē aspirantūrā, bet Saša grib neklātienē (laikam naudas dēļ), un tās pašas vienības dēļ lks viņu atbalsta. Direktors baida Sašu ar atlaišanu, lks māca, kā cīnīties pretī. Nate un Kriksis bija Ļeņingradā. .. Abas

atveda kandidātu eksāmenu programmas sev. Kriksis sarunājis sev vadītāju – Nemiro. Pašlaik viņai lielākās klapatas ar objektīva centrēšanu un capfu [rēdzi] pētīšanu un slīpēšanu. .. Es laikam tomēr braukšu uz 10 dienām ap 20.-25. novembri. .. Man tagad lielāka jēga par to darbu, vairāki jautājumi un gribētos aprunāties. 10 dienās jau daudz nepadarīšu, bet vismaz aprunāšos un noskaidrošu vispārēju plānu. Ik-s uz maniem jautājumiem nevar atbildēt. Jā, Ik-s arī atkal brauks ar mani reizē, tikai uz 1 nedēļu. Kāpēc, īsti nezinu. It kā kādus instrumentus pieprasīt, jo par zemi jau aktu dabūja no mezsaimniecības. To jāsūtot uz Maskavu, un tad dabūšot īsto “privātipašuma” aktu. Nate tagad uzstājas par “завхоз” [saimniecības pārziņi] radioastronomijas lietās. Ārdās ka briesmas, bet, tikai pateicoties viņai, arī kas kust no vietas. Ik-s jau neceļ ne ausi. Kad nu “galīgi dēli”, tad ko dara. Saša arī nav pielicis ne mazo pirkstiņu, bet taisās iegūt kandidātu uz tām iekārtām. Es pati sagatavoju atferējumu par Fatčihina darbiem, bet sēdes jau nenotiek. Kārtoju kartītes līdzņemšanai un dzenāju rokā, kādi katalogi ir AO, lai tos Maskavā nebūtu jāskata. Pabeidzu arī to rakstu “Zvaigznei” un aiznesu, bet man tāda jušana, ka nekas neiznāks. .. Bet vajadzētu uz Jaungadu uzrakstīt “Pad[omju] Jaun[atnei]” par kalendāra reformu..”

**21. nov. Z.:** “Pašlaik sēžu Sektorā viena. Šodien iesim Drosmas meitu skatīt. Ar diezgan lielām pūlēm savācām naudu gultai un tortei. Redzi, šitās lietas laikam par daudz bieži atkārtojas. Visi izklīduši kur kurais, un šķiet, ka ne visi arī ies. .. Ik-s ar Dīriki par reflektora būvi smeļ. Ko nu ar tik smalkām lietām, ar to pašu “putu” mājiņu iestrēguši Rīgas preču stacijā, un puse bloku jau sadauzīta. Bet Ik-s lūdž, lai Tū izstudējot to aparātu schēmas, ar kuriem Šains fotometrējot sarkanās zvaigznes. Elektrofotometru jau vairs negrib būvēt – tā esot novecojusi tehnika. Tikai Kīķēns vēl arvien cinās ar schēmu pārtofografēšanu. .. “Zvaigznei” rakstīju par Krimas observatorijas vēsturi, pieminot Blumbachu,

Ik., Daubi, Tevi un Nati kā piemērus, kas šogad tur bijuši. Materiālu ņemu no atmiņām un Krimas [observatorijas] atklāšanas grāmatas.

**25. nov. Zenta** ceļā uz Maskavu: “Man jāpērk Katei termoss, Zepei medikamenti, radioastronomiem visādi krāmi. Viņu dēļ jāiet uz Академснаб [ZA sagādes kantori] ..”

**1. dec. Zenta** no Maskavas: “Sēžu jaunā GAIŠ’a bibliotēkā un drebinos, Maskavā nežēlīgi auksts. .. domāju atpūsties un izlustēties. Nekā, nepaliek ne tik daudz laika, kā vēstuli uzrakstīt. .. Daudz laika aizņem braukšana uz [eņ[ina] kalniem un atpakaļ. Nav arī, kur pusdienas ēst. .. Par manu disertācijas plānu lieta diezgan neskaidra. Pagaidām skaidrs, ka daļa būs – sarkano milžu īpatnējo kustību no[ieikšana] un uzlab[ošana] pēc meridoniāliem katalogiem. Ar to tad arī nodarbojos. Steidzu pēc iespējas vairāk kat[alogu] izskatīt. Sā vai tā tomēr visu neizdosies. Būs jābrauc vēl. Esmu priecīga, ka vismaz šis tas man top skaidrāks. Ik-s tomēr ne velna nejdz!”

**4. dec. Zenta** ceļā no Maskavas: “Es visu nedēļu tā cīnījos ar strādāšanu .., ka nebija pat vaļas ēst un gulēt.

Lai savāktu materiālu no katalogiem, man vajadzētu strādāt kādus pāris mēnešus bez pārtraukuma. Bet tas jau nav iespējams. Tomēr drīzumā vajadzētu uz kādām 10 dienām aizbraukt. Rīgā jāizskata AGK<sub>2</sub> un Index 1900-1925. .. Manām zvaigznēm tikai pa 1, 2, 3 katalogiem. Parenago nepiekrīt tādai sajauktai programmai, kā Ik-s gribēja. [Parenago] runās ar Ik-u, kad tas aizbrauks. Artjuchina mani ievadija sliedēs attiecībā uz īpat[nējo] kust[ību] noteikšanu no kat[alogiem]. Bet nelaieme tā, ka man ir tikai maiņzvaigznes pagaidām, bet viņa absolūti nepārzina maiņzvaigžņu kartīšu katalogus. Tāpēc man Maskavā arī iznāca darīt lieku darbu un rezultātā daudz ko iesākt un neko nepabeigt. .. Pēdējā sensācija – apprecējušies Saša Šarovs un Aņa Delonē. Viņa tagad GAIŠ’a aspirante.”

(Nobeigums sekos)



INESE DUDAREVA, AUSMA BRUŅENIECE

## SEMINĀRS "ASTRONOMIJAS IZGLĪTĪBA LATVIJĀ"

2015. gada 5. decembrī jau piekto reizi notika Latvijas Astronomijas biedrības organizētais seminārs "Astronomijas izglītība Latvijā". Semināra mērķis ir radīt iespēju fizikas skolotājiem un studentiem dalīties labajā praksē un pieredzē, kā fizikas stundās apgūt astronomijas jautājumus – iesaistot skolēnus praktiskās aktivitātēs, demonstrējot un modelējot debess objektu kustību, analizējot dabas parādības, kā arī izmantojot interneta resursus un viedtālrunu aplikācijas. Seminārs katru gadu tiek organizēts citā Latvijas vietā: Ventspilī (2011), Jelgavā (2012), Jūrmalā (2013), Baldonē (2014) un Rīgā (2015). Rīgā semināra norises vieta bija Rīgas Valsts 2. ģimnāzija un Latvijas Universitātes Astronomiskā observatorija.

Semināru atklāja Latvijas Astronomijas biedrības valdes priekšsēdētājs Māris Krastiņš un Rīgas Valsts 2. ģimnāzijas fizikas skolotāja Ilva Cinīte, vēlot semināra dalībniekiem aizvien uzturēt interesi un motivāciju saviem skolēniem pēīt debess objektus, lūkoties un orientēties zvaigžņotajās debesīs. Tālāk īss ieskats semināra aktivitātēs.

**Astronomijas olimpiādes neklātienēs kārtā tiešsaistē**, Inese Dudareva (Latvijas Universitāte). 2015. gadā notika Latvijas 43. astronomijas atklātā olimpiāde, kura pirmo reizi tika organizēta ar neklātienēs kārtu tiešsaistē. Skolēni varēja meklēt atbildes uz olimpiādes testa jautājumiem un risināt olimpiādes uzdevumus, atrodoties savā skolā vai mājās, un atbildes iesniegt tiešsaistē olimpiādes vietnē [skolas.lu.lv](http://skolas.lu.lv) sadaļā "Astronomijas olimpiādes". Piedāvātie uzdevumi bija

jāveic trīs stundu laikā. Neklātienēs kārtas mērķis bija piesaistīt vairāk dalībnieku astronomijas olimpiādei, jo, tā kā astronomija kā atsevišķs mācību priekšmets Latvijā tiek mācīta tikai dažās skolās (Rīgas Valsts 1. ģimnāzijā, Pumpuru vidusskolā, Baldones vidusskolā), bet pamatā astronomijas jautājumi tiek apskatīti fizikas saturā, tad pēdējos gados astronomijas olimpiādes dalībnieku skaits bija 10 līdz 15 dalībnieki un pārsvarā no Rīgas. Neklātienēs kārtā ļāva piedalīties dalībniekiem no visas Latvijas. 2015. gada astronomijas atklātajā olimpiādē neklātienēs kārtā piedalījās 34 dalībnieki no dažādām Latvijas vietām: Skrīveriem, Balviem, Daugavpils, Ķekavas, Jūrmalas, Rīgas un Tukuma. Sākotnējais mērķis līdz ar to tika sasniegts – piesaistīts vairāk dalībnieku no dažādām Latvijas vietām. Papildu priekšrocības: olimpiādes vietnē krājas astronomijas olimpiādes uzdevumi, kuri ir pieejami jebkuram interesentam. Šos uzdevumus var apskatīt un līdzīgi kā olimpiādē – atrisināt interaktīvā formā un saņemt uzreiz atgriezenisko saiti – gan iegūto punktu skaitu, gan kuri uzdevumi tika atrisināti pareizi vai nepareizi, kā arī skaidrojumu, kā uzdevums ir risināms. Šogad astronomijas olimpiādes neklātienēs kārtā tiešsaistē tiks organizēta 2016. gada 5. aprīlī.

**Mobilās lietotnes astronomisko objektu izzināšanai**, Māris Krastiņš (Latvijas Astronomijas biedrība). Kādreiz kā uzziņas avoti, lai noskaidrotu spīdekļu koordinātas, tika izmantoti astronomiskie kalendāri. Līdz ar tehnoloģiju attīstību un pieejamību daudzi astronomiskie resursi ir pieejami digitālā formā. Izmantojot viedtālruni pieejamās lie-

Tabula. **Mobilās lietotnes astronomisko objektu izziņai.**

<b>Astronomijas resursu kategorija</b>	<b>Lietotnes Android viedtālruniņiem</b>	<b>Lietotnes iOS viedtālruniņiem</b>
Saules un Mēness redzamība	<i>Deluxe Moon</i> <i>Moon Phase</i> <i>Moon Phase Pro</i> <i>AstroClock</i> <i>Moon Shine</i>	<i>Moon</i> <i>Moon Phase + Free</i> <i>Luna Solaria</i> <i>Deluxe Moon</i> <i>Moon Atlas for iPhone</i>
Zvaigžņu kartes	<i>Sky Map</i> <i>Star Chart</i> <i>Night Sky Lite</i> <i>SkyEye Astronomy</i> <i>SkyView Free</i>	<i>Star Map</i> <i>Star Walk</i> <i>Sky Gazer</i> <i>Distant Suns</i> <i>Star Chart for iPhone</i>
Zemes mākslīgie pavadoņi	<i>ISS Detector</i>	<i>SatelliteFlybus</i>
Kombinētie resursi	<i>Planetdroid</i>	<i>GoSkyWatch Planetarium</i>

totnes, var sameklēt datus par spīdekļu koordinātām, debess objektu redzamību, simulēt debess objektu kustību gan pagātnē, gan nākotnē, orientēties zvaigžņotajās debesīs u.c. Tabulā ir apkopotas seminārā aplūkotās lietotnes gan *Android* viedtālruniņiem, gan *iOS* viedtālruniņiem.

**Izaicinājumi astronomijas jautājumu realizēšanā pamatskolā,** Aija Plēsuma (Āgenskalna Valsts ģimnāzija). Astronomijas jautājumus pamatskolas fizikas saturā ir iespējas apskatīt dažādos tematos: Gaisma un krāsas (Saule un Mēness kā gaismas avoti; Saules un Mēness aptumsumi, apgaismojuma maiņa atkarībā no attāluma); Kustība (kustība pa riņķa līniju); Spēks un drošība (gravitācijas spēks, ķermeņa masa un svars); Fizika un tehnika (optisko ierīču darbības princips un izmantošanas iespējas); Elektromagnētisko viļņu lietojums (EMV atšķirīgo diapazonu lietojuma iespējas Visumā pētniecībā); Novērojamais Visums (Visuma pētīšanas metodes; Saules sistēmas objekti; procesi zvaigznēs; Visuma uzbūve). Šie jautājumi aptver apmēram 17 mācību stundas fizikas pamatskolas saturā. Izaicinājums skolotājam ir saprast, kas

ir svarīgākais, kā organizēt skolēnu darbu, kādas mācību metodes izvēlēties un kādus materiālus atlasīt. Mērķis, kāpēc ir pamatskolā jāapskata astronomijas jautājumi: attīstīt skolēniem kritisko domāšanu, lai skolēni spētu izvērtēt internetā un masu medijos sniegtās informācijas ticamību. Aija Plēsuma iepazīstināja seminārā dalībniekus ar izveidotajiem metodiskajiem materiāliem minēto jautājumu apgūšanai: prezentācijām, darba lapām ar uzdevumiem, interneta resursu saitēm.

**Polārblāzmas novērojumi. Fizikas stunda pēc novērojumiem,** Ingrīda Kramiņa (Auces vidusskola). Polārblāzmu pēdējos gados samērā bieži var novērot arī Latvijā, līdz ar to skolēniem ir vēlēšanās uzzināt – kad to var redzēt, kā tā rodas, kāpēc tā redzama dažādās krāsās. 2015. gada 7. oktobrī bija iespēja Latvijā novērot polārblāzmu, daži no Auces vidusskolas skolēniem to bija arī nofotografējuši. Nākamās fizikas stundas dažādās klasēs gan pamatskolā, gan vidusskolā tika veltītas polārblāzmai. Tā kā skolēnu zināšanu līmenis par magnētismu pamatskolā un vidusskolā ir atšķirīgs, Ingrīda Kramiņa sagatavoja, izmantoja un piedāvā

arī kolēģiem izmantot aktivitātes par polārblāzmu dažādos vecuma posmos, piemēram, izpētīt polārblāzmas vietu seno tautu kultūrās un reliģijās; gatavā shēmā izvēlēties un pievienot atbilstošos atslēgas vārdus (atmosfēra, gaisma, Saule, Zemes magnētiskais lauks, Saules plankumi, Saules vējš, Zeme, Lorenca spēks, elektroni, protoni, magnētiskā lauka līnijas u.c.), lai uzskatāmi attēlotu, kā veidojas polārblāzma; analizēt polārblāzmas iespējamību uz citām Saules sistēmas planētām; izpētīt interneta resursus un noskaidrot, kas rada polārblāzmas krāsas.

**Par kosmosu visiem vecumiem – metodisko ideju krātuves revīzija**, Ludmila Belogradova (Aizkraukles novada ģimnāzija), Sintija Rūze (Andreja Upīša Skrieveru vidusskola). Lai mācītu skolēnus analizēt faktus, meklēt argumentus, pamatot savu viedokli, var organizēt dažādas aktivitātes, izmantojot internetā pieejamos resursus par astronomijas vēsturi, astronomiskiem atklājumiem, kā arī mākslas filmas par Visuma pētniecību. Dažas idejas aktivitātēm: 1) Noskatoties *youtube.com* vietnē atrodamo video *100 Greatest Discoveries in Physics* (100 lielākie atklājumi fizikā), skolēni diskutē un mēģina pamatot savu viedokli, analizējot video sniegtos faktus par un pret – piemēram, vai cilvēki ir bijuši uz Mēness, vai Galilejs veica eksperimentu, metot akmeņus no Pizas torņa, lai noskaidrotu, kā ķermeņa masa ietekmē ķermeņa krišanas ātrumu, u.tml. 2) Sameklēt internetā faktus par nozīmīgiem atklājumiem Visuma izpētes vēsturē un kopīgi izveidot Visuma izpētes vēstures laika skalu. Izvēlēties pāros vienu no notikumiem laika skalā un sagatavot uz A3 lapas prezentāciju par šo notikumu. Klasesbiedrus iepazīstina ar izveidoto prezentāciju, izmantojot galerijas metodi, t.i., sagatavotos darbus izvieto klasē pie sienām. No katra pāra viens dalībnieks paliek pie sagatavotās lapas un kļūst par gidu, otrs no pāra ir galerijas apmeklētājs un klausītājs. Pēc trim stāstījuma reizēm gidi ar apmeklētājiem mainās lomām; 3) Diskusija “Par

un pret lidojumam uz Marsu”. Skolēnu uzdevums ir, iepazīstoties ar doto tekstu, uzrakstīt trīs argumentus par lidojumu uz Marsu un trīs argumentus pret šādu misiju. Tad, sadaloties ekspertu grupās, diskusijā jācenšas argumentēti pārliecināt skolēnus, lai viņi mainītu savu viedokli; 4) Izmantojot zinātniskās fantastikas trilleri “Gravitāte” (režisors Alfonso Kuarons), pamatot, kas filmā ir attēlots reāli un kas ne (*skat. 1. att*). Piemēram, bezsvara stāvokli astronautiem mati “peld” katrs uz savu pusi, ko labi var redzēt astronautēm sievietēm ar gariem matiem, bet arī, ja mati ir īsi, tie bezsvara apstākļos ir paspūruši uz visām pusēm, savukārt filmā galvenajai varonei mati sava smaguma pēc iegūlušies frizūrā parasti kā uz Zemes. Filmā galvenā varone raud. Jautājums, vai tas ir iespējams bezsvara apstākļos.



1. att. Ludmila Belogradova par reāliem un nereāliem apstākļu attēlojumiem filmā “Gravitāte”.

**Meteorītu krāteru modelēšana, izmantojot brīvpieejas programmatūru *Impact Calculator***, Ausma Bruņeniece (Pumpuru vidusskola). Interneta vietnē [http://education.down2earth.eu/impact\\_calculator](http://education.down2earth.eu/impact_calculator) ir pieejams meteorītu triecienu modelēšanas kalkulators. Adaptējot Faulkes Telescope projekta piedāvātos materiālus, Ausma

Bruņeniece ir sagatavojusi darba lapu ar uzdevumiem, izmantojot šo kalkulatoru: skolēniem ir jāmodelē kosmisko objektu triecienu sekas, izvēloties gan kosmiskā ķermeņa, gan Zemes virsmas sastāvu vietā, kur notiks iespējamais trieciens. Reālos krāterus dažādās vietās uz Zemes var salīdzināt ar modelētiem krāteriem. Izmantojot zināmo informāciju par krāteriem, piemēram, zinot meteorīta krišanas ātrumu, meteorīta sastāvu, Zemes virsmas sastāvu un krātera diametru, var modelēt, cik liels ir bijis meteorīta diametrs un kāds varēja būt trajektorijas leņķis, lai izveidotu reālo krāteri. Semināra dalībniekiem bija iespēja gan virtuāli modelēt meteorītu krāterus, gan arī praktiski – izmantojot kakao un miltus (skat. 2. un 3. att.).

Daudzas praktiskas idejas, kā realizēt astronomijas aktivitātes mācību stundās, skolotājiem ir iespēja gūt Galileo skolotāju profesionālās pilnveides programmā (Galileo Teacher Training program <http://galileo-teachers.org/>). No Latvijas 2013. gadā šajā programmā piedalījās Ausma Bruņeniece, 2014. gadā – Inese Dudareva. Skolotājam, kas vēlas piedalīties programmā, ir jāaizpil-



2. att. Semināra dalībnieki modelē krāteru triecienu sekas.

da pieteikuma anketa, pamatojot nepieciešamību piedalīties, jābūt gatavam dalīties savā pieredzē angļu valodā. Visus izdevumus saistībā ar dalību, nokļūšanu un nedēļu ilgu uzturēšanos Leidenes Universitātes Lorenca centrā sedz organizatori.

**Radošie uzdevumi astronomijā,** Emīls Veide (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija). Emīls Veide iepazīstināja dalībniekus ar grupu darba metodēm, kuras izmanto ar saviem skolēniem astronomijas stundās. Piemēram, ekspertu grupas tēmā par dažādām koordinātu sistēmām, ko izmanto astronomijā. Katrs skolēns iepazīstas ar informāciju un kļūst par ekspertu kādā no jautājumiem savā mazajā grupiņā, tādējādi skolēni cits citu māca. Kā izaicinājums skolēniem tiek piedāvāts uzdevums praktiski izveidot kādu no astronomiskajiem instrumentiem, piemēram, sekstantu debess spīdekļu augstuma mērīšanai. Internetā pieejami resursi, kuros var atrast dažādas idejas konstrukcijām.

**Saules augstuma noteikšana, izmantojot Android lietotnes Planetarium un Protractor,** Inese Dudareva (BA Uzņēmējdarbības koledža, LU). Pie viedtālruniņa sāna ar līmlenti vai veļas kņāgi piestiprina kokteiļa salmiņu un tālruni atver lietotni Protractor (Transportieris). Pavēršot salmiņu pret Sauli, mēģina iegūt Saules asa attēla



3. att. Meteorīta krāteru modelēšana.



4. att. Semināra dalībnieki tā noslēgumā.

Rakstā izmantoti autoru foto



projekciju uz plauksta vai bal-  
tas lapas un paralēli lietotnē  
nolasa Saules augstumu. Šo  
konstrukciju varētu dēvēt par  
digitālo sekstantu. Lietotnē *Pla-  
netarium* var iestatīt novērotāja  
atrašanās vietu, izmantojot  
GPS, un salīdzināt Saules aug-  
stumu pie debesīm šajā vietā un laikā ar  
nomērīto Saules augstumu. Dažādas idejas  
par viedtālrunu izmantošanu mācību procesā  
var atrast vietnē [http://www.science-on-  
stage.de/page/display/en/3/70/0/istage-  
2-smartphones-im-naturwissenschaftlichen-  
unterricht//](http://www.science-on-stage.de/page/display/en/3/70/0/istage-2-smartphones-im-naturwissenschaftlichen-unterricht//).

**Kosmisko atkritumu problēma un iespējamie risinājumi**, Kalvis Salmiņš (Latvijas Universitātes Astronomijas institūts). Sūtot aizvien jaunus pavadoņus Zemei tuvākās vai tālākās orbitās, ir būtiski izvēlēties tādas orbitas, kurās paceļoties nenotiktu sadursmes ar dažādu izmēru kosmiskajiem atkritumiem. Dažāda veida atlūzu apkārt Zemei ir ļoti daudz, tās tiek uzskaitītas, lai varētu izvēlēties drošas orbitas pavadoņiem. Kosmiskās atlūzas veidojas arī sadursmju rezultātā kosmosā, piemēram, 2009. gada 10. februārī sadūrās Krievijas pavadoņi *Kosmos-2251* un ASV pavadoņi *Iridium 33*. Sadursmē abi pavadoņi tika iznīcināti un vairāk nekā 2000 atlūzu tika izkaisītas pa apkārtējām orbitām.

Papildus par kosmiskajām atlūzām var lasīt M. Sudāra rakstus "ZMP skaits un to iespējamās sadursmes" (*Zvaigžņotā Debess, 2008/2009 Ziema, 82.–83. lpp.*) un "Pava-

doņu sadursmes – vai apzināties to draudus" (*Zvaigžņotā Debess, 2009 Vasara, 20.–22. lpp.*).

Dalībniekus ar Rīgas Valsts 2. ģimnāziju iepazīstināja fizikas skolotāja Ilva Činīte. Par tradīciju ir kļuvis seminārā iespēju robežās iekļaut arī astronomisku observatoriju vai kultūras notikumu apmeklēšanu, kas saistīti ar astronomiju. Semināra turpinājums notika Latvijas Universitātē, kur dalībnieki vispirms Latvijas Universitātes bibliotēkā apmeklēja izstādi *Kosmiskā gaisma "Zvaigžņotajā Debēsī"*, kas bija veltīta Starptautiskajam gaismas un gaismas tehnoloģiju gadam, tad Latvijas Universitātes Fridriha Candra kosmosa izpētes muzeju (*sk. 4. att.*) un LU Kosmisko tornīti.

Semināra izvērtējumā, atbildot uz jautājumu, kas patika seminārā un kas būs noderīgs profesionālajā darbībā, dalībnieki atzīmēja: darbīga un jauka atmosfēra, kolēģu pieredze, praktiskie materiāli darbam – prezentācijas, darba lapas, idejas no kolēģu pieredzes. Ierosinājums nākamā gada semināra organizētājiem: organizēt semināru divas dienas ar praktiskiem novērojumiem un vēl vairāk popularizēt pasākumu. 🐦

## STARPTAUTISKĀ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDE

Starptautiskā matemātikas olimpiāde (*International Mathematical Olympiad – IMO*) ir starptautiskas matemātikas sacensības, kurās piedalās skolēni no visas pasaules. *IMO* mērķi ir atklāt un iedrošināt matemātiski apdāvinātus skolēnus visās valstīs; veicināt draudzīgas attiecības starp visu valstu matemātiķiem; radīt iespēju apmainīties ar informāciju par skolas programmām un praksi visā pasaulē; vispārīgi attīstīt matemātiku. No katras uzaicinātās valsts olimpiādē piedalās ne vairāk kā seši skolēni, komandas vadītājs un vadītāja vietnieks. Sacensības notiek divas dienas, katrā dienā jāatrisina trīs uzdevumi, risināšanai atvēlētais laiks ir 4,5 stundas. Par katru uzdevumu var saņemt 0-7 punktus. [1]

*IMO* oficiālā valoda ir angļu valoda, bet uzdevumu tekstus katras valsts komandas vadītājs dienu pirms sacensībām iztulko savas valsts valodā un pēc tam visu valstu vadītāji apstiprina tulkojumus. No dalībvalstu iesūtītajiem uzdevumiem organizētājvalsts izveidota *Uzdevumu izvēles komisija (Problem Selection Committee)* sastāda olimpiādes uzdevumu sarakstu (*Shortlist*), no kura tiek izraudzīts olimpiādes uzdevumu komplekts.

*IMO* konsultatīvās padomes (*Advisory Board*) vadītājs ir Džefs Smits (*Geoff Smith*) no Lielbritānijas, vēl konsultatīvajā padomē ir pa ievēlētām pārstāvim (*Elected Members*) no Venecuēlas, Korejas, Krievijas, Slovēnijas un pa pieaicinātam pārstāvim (*Co-opted Members*) no *IMO* iepriekšējā gada, tagadējā gada un divu nākamo gadu organizētājvalstīm.

Pirmā Starptautiskā matemātikas olimpiāde notika 1959. gadā Rumānijā, tajā piedalījās 52 skolēni no 7 valstīm. *IMO* pirmajos gados no katras valsts varēja piedalīties 8 skolēni, 1982. gadā dalībnieku skaitu samazināja līdz 4, bet 1983. gadā – palielināja līdz 6 skolēniem no valsts, kā ir arī šobrīd. 2015. gadā Taivānā notika jau 56. starp-



*IMO* 2002 dalībnieki: (no kreisās) Aleksandrs Belovs, Valts Sondors, Rihards Opmanis, Aigars Gedroics, Agnis Liukis, gide, Agnis Andžāns (vadītājs), Artūrs Verza.

Foto no LU A. Liepas NMS arhiviem

tautiskā matemātikas olimpiāde, kurā piedalījās 577 skolēni no 104 valstīm. Latvija un arī abas pārējās Baltijas valstis pirmo reizi oficiāli piedalījās *IMO* 1993. gadā. Neoficiāli Latvija piedalījās *IMO* jau 1992. gadā, kur to pārstāvēja divi skolēni – Andris Ambainis (izcīnīja sudraba medaļu) un Valdis Kauķis. 1991. gadā Andris Ambainis piedalījās Starptautiskajā matemātikas olimpiādē Padomju Sociālistisko Republiku Savienības komandas sastāvā un ieguva zelta medaļu ar maksimālo punktu skaitu.



Valsts matemātikas olimpiādes 3. posma 2. kārtā 2015. gada martā. Foto: Agnese Šuste

Par iekļūšanu Latvijas komandā skolēni sacenšas Valsts matemātikas olimpiādes 3. posma 2. kārtā (ja nepieciešams, tiek rīkotas vēl papildu sacensības), kurā tiek aicināti piedalīties olimpiādes 3. posma 1. kārtas labākie risinātāji no 9.-12. klasēm. Skolēniem neatkarīgi no klases 2. kārtā risināšanai tiek piedāvāti pieci uzdevumi, kuru risināšanai ir atvēlētas 4,5 stundas un katru uzdevumu vērtē ar 0-7 punktiem. Ja kaut viens uzdevums ir atrisināts pilnīgi pareizi, skolēns par to saņem atzinības rakstu.

Visvairāk – četras reizes – Latviju *IMO* ir pārstāvējis Artūrs Verza, un katrā no tām viņš ir saņēmis apbalvojumu: atzinību 2001. gadā un bronzas medaļu 2002.-2004. gadā. Savukārt trīs reizes Latviju pārstāvējuši 12 skolēni: Zigmārs Rasščevskis, Igors Gorbovickis, Aleksandrs Belovs, Artūrs Bačkurs, Jānis Smilga, Elvijs Sarkans, Pēteris Eriņš, Aleksandra Koroļova, Vladimirs Murevičs, Edgars Jākobsons, Rūdolfs Kreicbergs un Madars Virza. Katrs no viņiem arī vismaz vienu reizi ir ticis apbalvots. (Vairāk skat.[2]).

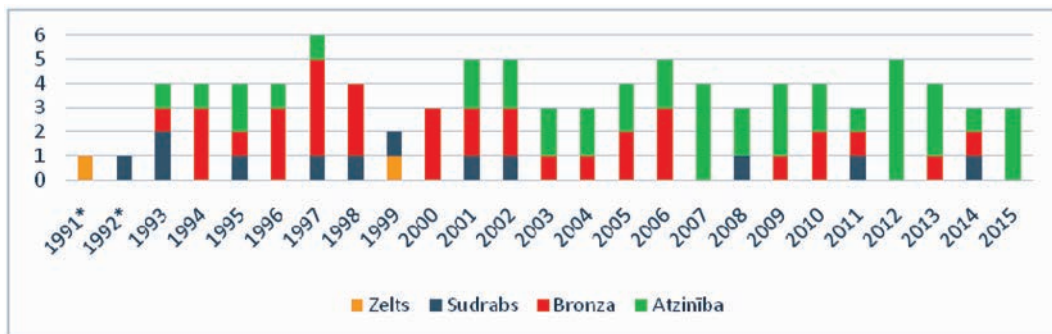
1. tabula. Latvijas, Lietuvas un Igaunijas skolēnu iegūto apbalvojumu skaits *IMO* kopš 1992. gada.

	Zelta medaļas	Sudraba medaļas	Bronzas medaļas	Atzinības
Latvija	1	12	35	42
Lietuva	1	8	38	41
Igaunija	0	4	24	45

2015. gadā Latviju *IMO* pārstāvēja Artūrs Banga (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. klase) – iegūta atzinība, Deniss Dunaveckis (Daugavpils 10. vidusskola, 12. klase), Jēkabs Mežinskis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. klase), Aleksejs Popovs (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. klase).

2. tabula. **Latvijas komandu dalībnieki**, kas Starptautiskajā matemātikas olimpiādē ieguvuši zelta un sudraba medaļas.

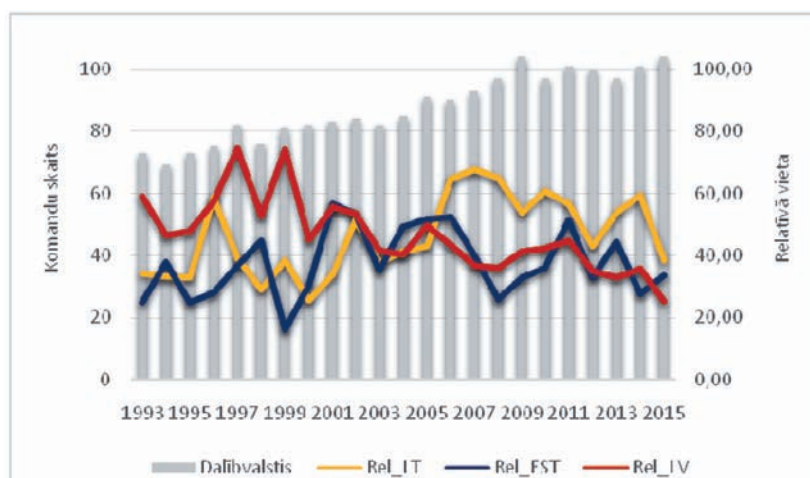
Gads	Dalībnieks	Apbalvojums
2014	Deniss Dunaveckis	Sudraba medaļa
2011	Jānis Smilga	Sudraba medaļa
2008	Artūrs Bačkurs	Sudraba medaļa
2002	Aleksandrs Belovs	Sudraba medaļa
2001	Igors Gorbovickis	Sudraba medaļa
1999	Deniss Čebikins	Zelta medaļa
1999	Zigmārs Rasščevskis	Sudraba medaļa
1998	Deniss Čebikins	Sudraba medaļa
1997	Māris Valdats	Sudraba medaļa
1995	Aleksandrs Sļivkins	Sudraba medaļa
1993	Valdis Kauķis	Sudraba medaļa
1993	Ainārs Galvāns	Sudraba medaļa
1992	Andris Ambainis	Sudraba medaļa
1991	Andris Ambainis	Zelta medaļa



Latvijas skolēnu iegūto apbalvojumu skaits pa gadiem.

3. tabula. Skolēni, kas IMO saņēmuši visaugstākos un visvairāk apbalvojumu.

Dalībnieks	Zelta medaļas	Sudraba medaļas	Bronzas medaļas	Atzinības	Dalību skaits
Andris Ambainis *	1	1	0	0	2
Deniss Čebikins	1	1	0	0	2
Zigmārs Rasščeviskis	0	1	2	0	3
Aleksandrs Belovs	0	1	1	0	3
Ainārs Galvāns	0	1	1	0	2
Igors Gorbovickis	0	1	1	0	3
Aleksandrs Sļivkins	0	1	1	0	2
Māris Valdats	0	1	1	0	2
Artūrs Bačkurs	0	1	0	2	3



Baltijas valstu komandu relatīvo vietu IMO, kā arī dalībvalstu skaits pa gadiem.

nāzija, 11. klase) – iegūta atzinība, Annija Varkale (Bauskas Valsts ģimnāzija, 12. klase), Aleksejs Zajakins (Rīgas 89. vidusskola, 12. klase) – iegūta atzinība. Komandas vadītājs bija Latvijas Universitātes Datorikas fakultātes doktorants Jevgēnijs Vihrovs, vadītāja vietnieks – Juris Škuškovniks, kurš 2014. gadā saņēma Latvijas lepnuma balvu nominācijā Skolotājs par darbu ar talantīgiem skolēniem [3]. Annija Varkale ir iestājusies Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē Matemātika-statistika studiju programmā un

darbojas LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skolā.

Lai gan IMO ir individuālas sacensības, katru gadu, ņemot vērā katras valsts visu dalībnieku iegūtos punktus, tiek veidota neoficiāla valstu rangu tabula. Tā kā komandu skaits, kas piedalās IMO, katru gadu ir atšķirīgs, lai noteiktu, kādas ir tendences, var salīdzināt komandu relatīvo vietu.

leskatam piedāvājam 2015. gada olimpiādes uzdevumus [4].



**1. uzdevums.** Sauksim galīgu plaknes punktu kopu  $S$  par *līdzsvarotu*, ja katrēm diviem dažādiem kopas  $S$  punktiem  $A$  un  $B$  var atrast tādu kopas  $S$  punktu  $C$ , ka  $AC=BC$ . Sauksim  $S$  par *ekscentrisku*, ja jebkuriem trim dažādiem kopas  $S$  punktiem  $A$ ,  $B$  un  $C$  nevar atrast tādu kopas  $S$  punktu  $P$ , ka  $PA=PB=PC$ .

a) Pierādīt, ka katram veselam skaitlim  $n \geq 3$  eksistē līdzsvarota kopa no  $n$  punktiem.

b) Noteikt visus veselus skaitļus  $n \geq 3$ , kuriem eksistē līdzsvarota ekscentriskā kopa no  $n$  punktiem.

**2. uzdevums.** Noteikt visus veselu pozitīvu skaitļu trijniekus  $(a, b, c)$  tādus, ka katrs no skaitļiem  $ab-c$ ,  $bc-a$ ,  $ca-b$  ir divnieka pakāpe.

(Divnieka pakāpe ir vesels skaitlis formā  $2^n$ , kur  $n$  ir vesels nenegatīvs skaitlis.)

**3. uzdevums.** Dots šaurleņķu trijstūris  $ABC$  ar  $AB > AC$ . Lai  $\Gamma$  ir tam apvilkta riņķa līnija,  $H$  ir tā augstumu krustpunkts un  $F$  ir pamats augstumam, kas no  $A$  vilkts pret  $BC$ . Lai  $M$  ir  $BC$  viduspunkts. Lai  $Q$  ir tāds punkts uz  $\Gamma$ , ka  $\angle HQA = 90^\circ$ , un  $K$  ir tāds punkts uz  $\Gamma$ , ka  $\angle HKQ = 90^\circ$ . Pieņemsim, ka punkti  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $K$  un  $Q$  ir dažādi un atrodas uz  $\Gamma$  šādā secībā. Pierādīt, ka trijstūriem  $KQH$  un  $FKM$  apvilktais riņķa līnijas pieskaras viena otrai.

**4. uzdevums.** Trijstūrim  $ABC$  apvilktais riņķa līnijas  $\Omega$  centrs ir  $O$ . Riņķa līnija  $\Gamma$  ar centru  $A$  krusto nogriežni  $BC$  punktos  $D$  un  $E$ , pie tam  $B$ ,  $D$ ,  $E$  un  $C$  visi ir dažādi un atrodas uz taisnes  $BC$  šādā secībā. Dots, ka  $\Gamma$  un  $\Omega$  krustojas punktos  $F$  un  $G$  tā, ka  $A$ ,  $F$ ,  $B$ ,  $C$  un  $G$  atrodas uz  $\Omega$  šādā secībā. Trijstūrim  $BDF$  apvilktais riņķa līnijas un nogriežņa  $AB$  otrais krustojšanās punkts ir  $K$ . Trijstūrim  $CGE$  apvilktais riņķa līnijas un nogriežņa  $CA$  otrais krustojšanās punkts ir  $L$ . Zināms, ka taisnes  $FK$  un  $GL$  ir dažādas un krustojas punktā  $X$ . Pierādīt, ka  $X$  atrodas uz taisnes  $AO$ .

**5. uzdevums.** Ar  $R$  apzīmēsim visu reā-



Latvijas dalībnieki 2015. gada Starptautiskajā matemātikas olimpiādē Taizemē (*Chiang Mai*). No kreisās: Artūrs Banga, Annija Varkale, Jēkabs Mežinskis, Aleksejs Popovs, Deniss Dunaveckis, Aleksejs Zajakins, gide.

Foto: Juris Škuškovniks

lo skaitļu kopu. Noteikt visas funkcijas  $f: R \rightarrow R$ , kas apmierina vienādbū

$$f(x+f(x+y))+f(xy)=x+f(x+y)+yf(x)$$

visiem reāliem skaitļiem  $x$  un  $y$ .

**6. uzdevums.** Veselu skaitļu virkne  $a_1, a_2, \dots$  apmierina šādus nosacījumus:

1)  $1 \leq a_i \leq 2015$  visiem  $j \geq 1$ ;

2)  $k+a_k \neq a_l$  visiem  $1 \leq k < l$ .

Pierādīt, ka eksistē divi veseli pozitīvi skaitļi  $b$  un  $N$  tādi, ka

$$\left| \sum_{j=m+1}^n (a_j - b) \right| \leq 1007^2$$

visiem veseliem skaitļiem  $m$  un  $n$ , kas apmierina  $n > m \geq N$ .

2015. gadā olimpiādē kopumā tika izcīnītas 39 zelta medaļas ( $\geq 26$  punkti), 100 sudraba medaļas ( $\geq 19$  punkti), 143 bronzas medaļas ( $\geq 14$  punkti), 126 atzīnības. Maksimālo (42) punktu skaitu ieguva tikai viens

4. tabula. Informācija par skolēnu skaitu, kas ieguvuši attiecīgo punktu skaitu katrā uzdevumā [6].

Punktu skaits	1. uzd.	2. uzd.	3. uzd.	4. uzd.	5. uzd.	6. uzd.
0	93	256	408	91	153	521
1	89	151	122	36	255	11
2	5	77	12	61	34	15
3	21	27	1	18	90	6
4	72	8	3	11	8	3
5	12	13	0	1	4	3
6	20	14	1	8	3	7
7	265	31	30	351	30	11

skolēns *Zhuo Qun (Alex) Song* no Kanādas, nākamais labākais rezultāts bija 41 punkts, ko arī uzrādīja tikai viens skolēns *Chenjie Yu* no Ķīnas [5].

2016. gada jūlijā Honkongā notiks jau 57. starptautiskā matemātikas olimpiāde [7]. 2017. gadā *IMO* notiks Brazīlijā, 2018. gadā – Rumānijā, 2019. gadā – Lielbritānijā [8].

#### Avoti:

1. <http://www.imo2015.org/files/IMO%20General%20Regulations.pdf>
2. [https://www.imo-official.org/country\\_hall.aspx?code=LVA&column=participations&order=desc&gender=hide&nameform=western](https://www.imo-official.org/country_hall.aspx?code=LVA&column=participations&order=desc&gender=hide&nameform=western)
3. <http://www.diena.lv/dienas-projekti/latvijas-lepnums/foto-pasniegtas-latvijas-lepnuma-2014-balvas-14082052>
4. <https://www.imo-official.org/problems.aspx>
5. [http://imo-official.org/year\\_individual\\_r.aspx?year=2015](http://imo-official.org/year_individual_r.aspx?year=2015)
6. [http://imo-official.org/year\\_statistics.aspx?year=2015](http://imo-official.org/year_statistics.aspx?year=2015)
7. <http://www.imo2016.org/Home.php?lang=eng>
8. <https://www.imo-official.org/organizers.aspx>

#### “ZVAIGŽNOTO DEBESI” var abonēt:

- **Latvijas Pasta nodaļās**, žurnāla indekss 2214, pa tālruni 67 008 001 vai internetā [www.pasts.lv](http://www.pasts.lv);
  - Abonēšanas centrā “**Diena**”, internetā [www.abone.lv](http://www.abone.lv);
  - Izdevniecībā “**Mācību grāmata**” Rīgā, Klijānu ielā 2d-414 – skaidrā naudā vai, pieprasot rēķinu, pa tālr. 67 325 322 vai e-pastu [macibu.gramata@apollo.lv](mailto:macibu.gramata@apollo.lv).
- Abonēšanas cena** 2016. gadam **9,-** eiro (Rudens laidiena pielikumā – *Astronomiskais kalendārs 2017*), vienam numuram – **2,25** eiro.

#### Kur Rīgā var iegādāties “ZVAIGŽNOTO DEBESI”?

- Izdevniecībā “**Mācību grāmata**” Klijānu ielā 2d-414
- Izdevniecības *LU Akadēmiskais apgāds* tirdzniecības vietā **Raiņa bulvārī 19** I stāvā (blakus garderobei)
- Izdevniecības *Zinātne* grāmatnīcā **Zinātņu akadēmijas Augstceltnē**
- Grāmatu namā *Valters un Rapa* **Aspazijas bulvārī 24**
- *Jāņa Rozes* grāmatnīcā **Krišjāņa Barona ielā 5**
- Karšu veikalā *Jāņa sēta* **Elizabetes ielā 83/85**
- *Rēriha* grāmatu veikalā **A.Čaka ielā 50** u.c.

Prasiet arī novadu grāmatnīcās!

Visērtāk un lētāk – abonēt. Uzziņas **67 325 322**

AGNESE ZALCMANE

## JAK SANĀKSMES ATSĀKUŠĀS!

JAK jeb Jauniešu astronomijas klubam ir salīdzinoši sena vēsture\* – tas tika aizsākts astoņdesmitajos gados, kad par internetu vēl nespāņojām. Tā laika jaunieši sanāca, lai uzzinātu pēdējos astronomijas jaunumus un diskutētu par astronomiska rakstura tēmām. Internetam kļūstot visiem labi pieejamam, jaunumus vairs nav grūti uzzināt, bet ar astronomijas pamatlietām nav tik vienkārši. Mūsdienās astronomiju kā atsevišķu mācību priekšmetu māca reti kurā skolā, taču izziņāmo lietu ir gana daudz. Lai astronomiju padarītu pieejamāku, JAK ietvaros tika sākts organizēt stāstījumus par pamatlietām – noskaidrot, kas tā tāda zvaigzne, kā radušies zvaigznāji, kurā galā jāskatās iekšā teleskopā un kādēļ dzīvība Visumā varētu eksistēt ne tikai kā mazi, zaļi cilvēciņi.

JAK sanāksmes dažādu iemeslu dēļ bija pārtrauktas uz pāris gadiem, taču šajā mācību gadā tās ir atsākušās un notiek katra mēneša otrajā un ceturtajā trešdienā plkst. 18:30-20:00 Latvijas Universitātes galvenās ēkas Raiņa bulvārī 19 LU Astronomijas insti-

tūta bibliotēkā 404. telpā (4. stāvs pa galvenajām kāpnēm). Kaut arī vairāki stāstījumi zinošu lektoru vadībā jau bijuši, vēl vari pa-spēt! Lai apmeklētu sanāksmes, nekādas priekšzināšanas nav nepieciešamas, droši var un pat ļoti vēlams uzdot arī jautājumus par pašu vienkāršāko. Klubu pastāvīgi apmeklē salīdzinoši neliels interesentu pulks, līdz ar to jautājums nepaliks nepamanīts. Vecuma ierobežojuma JAK apmeklētājiem nav – mēs ticam, ka sirdī katrs izzināt gribošs cilvēks pieder jauniešiem. Tāpat nav arī dalības maksas. Kādi līdzekļi nepieciešami vien, lai piedalītos kopējās ekskursijās.

Lai uzzinātu vairāk par JAK un atrastu nākamās sanāksmes tēmu, atver lapu <http://www.lab.lv/kas-ir-lab/jauniesu-astronomijas-klubs.html> vai arī raksti e-pastu uz [astroklubs@gmail.com](mailto:astroklubs@gmail.com). 📧

---

\* Sk. *Adgere K.* Jauniešu Astronomijas klubam jau 20 gadu. – *ZvD*, 2008, Pavasaris (199), 56.-59. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1285>

ILGONIS VILKS

## MĒNESS GABALIŅŠ F. CANDERA MUZEJĀ

LU Fridriha Candra – kosmosa izpētes muzejs 2015. gada nogalē papildinājis savu kolekciju ar Mēness ieža paraugu – Mēness meteorītu. Visi interesenti to var aplūkot muzeja ekspozīcijā.

Mēness vielas paraugi var nonākt uz Zemes, ja Mēness virsmā ietriecas liels meteorīts un izsviež kosmosā Mēness iežus. Kāda daļa no tiem nokrit uz Zemes meteorītu veidā. Pavisam uz Zemes ar meteorītiem nonākuši tikai



Mēness meteorīta NWA 8783 fragments  
F. Candra muzejā. Faktiskais garums 1 cm.

I. Vilka foto

50 kilogrami Mēness iežu, līdz ar to Mēness meteorīti ir ļoti vērtīgi. Muzeja rīcībā esošā Mēness meteorīta fragmenta masa ir 0,5 grami. Tā ir daļa no meteorīta, kura oficiālais nosaukums ir *Northwest Africa 8783*. Tā kā amerikāņu atvestie Mēness iežu paraugi brīvā pārdošanā nav pieejami, Mēness izcelsmes meteorīti, ko atrod Afrikas ziemeļrietumu tuksnešos, faktiski ir vienīgie, kurus var iegādāties, piemēram, dažādu valstu muzeji.

Meteorīts atrasts 2014. gadā Ziemeļāfrikā, tā krišanas brīdis nav novērots. Kopumā uzieti 24 fragmenti ar kopējo masu 27,5 grami. ASV meteorītu kolekcionārs Gerijs Fudžihara Marokā iegādājies lielāko meteorīta daļu, F. Candra muzejā esošais paraugs nāk no viņa kolekcijas. Tā atbilstību Mēness iežiem apliecina Vašingtona universitātē Sietlā veiktā ekspertīze, kas parāda, ka tā ir laukšpata brekcija, kas satur šādus minerālus: anortītu, olivīnu, pidžonītu, augītu, troilitu un kamasītu. 🗿

## ŠOPAVASAR ATCERAMIES 🗿 ŠOPAVASAR ATCERAMIES 🗿 ŠOPAVASAR ATCERAMIES

**Pirms 110 gadiem** – 1906. g. **25. maijā** Rīgā dzimis **Sergejs Bohanovs**, aktīvs astronomijas amatieris, teleskopu būvētājs, Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas biedrs. Izgatavojis divus samērā lielus teleskopus: Ņūtona sistēmas 180 mm reflektoru ar paralaktisku montējumu un Kasegrēna sistēmas 315 mm teleskopu ar dakšas montējumu. Miris 1977. g. 11. novembrī Tukumā.

Par S. Bohanova dzīvi un darbiem lasāms I. Jurģiša rakstā-nekrologā 1979. gada *Astronomiskā kalendāra* 176.-180. lpp.

**Pirms 90 gadiem** – 1926. g. **24. februārī** Krustpils pagastā dzimusi **Elga Kaupuša** (Dreimane), latviešu astronome, *Dr. phys.* (1968, nostr. 1992), debess mehānikas speciāliste. Pēc studiju beigšanas Latvijas Valsts universitātē (1951) bijusi zinātniskā līdzstrādniece LVU Astronomiskajā observatorijā (1951-1986), pētījusi precīzā laika dienesta problēmas. Viņas darbi devuši nozīmīgu ieguldījumu kā LVU Astronomiskās observatorijas laika dienesta, tā arī citu laika dienestu darbā. Sīkāk par E. Kaupušas darbu lasāms M. Dirīča rakstā "Jauni astronomijas speciālisti" *ZvD* 1969. gada rudens numura 62. lpp.

I. D.



DAINIS DRAVIŅŠ, Lundas observatorija (Zviedrija)

## HAVAJĀS TURPINĀS KONFLIKTS AP AMERIKĀŅU 30-METRĪGO TELESKOPU



Maunakea kalns vasarā (ziemā aūgšā nereti ir sniegs). Milzu kalns pilnīgi dominē galvenajā salā Havaju arhipelāgā, baltie teleskopu kupoli ap tā galotni ir redzami no gandrīz jēbkuras vietas.

Attēls no Vikikrātuves: <https://commons.wikimedia.org/wiki/>

Kā jau rakstīts ZvD iepriekšējā numurā (2015/16, Ziema, 22.-23. lpp.), pastāv konflikts ap amerikāņu milzīgā trīsdesmitmetrīgā teleskopa (TMT, *Thirty Meter Telescope*) celtniecību Maunakea kalna virsotnē vairāk nekā 4000 metru augstumā Havaju arhipelāga galvenajā salā. Daudziem vietējiem Maunakea kalns un tā virsotne saistās ar dabas, kulturālām, vēsturiskām un reliģiskām vērtībām, un ir radušies iebildumi pret tā turpmāko apbūvi ar lielmēroga celtnēm. Ap 2015. gada vidu protestu un demonstrāciju ietekmē Havaju augstākā tiesa lika uz laiku apturēt tik tikko iesāktos būvdarbus, lai izskatītu argumentus. Ar apjomīgu tiesas spriedumu 2015. g. decembra sākumā celtniecība tagad ir apturēta, līdzšinējā būvatļauja atsaukta. Vienbalsīgā tiesnešu spriedumā atzina, ka būvatļauja izsniegta pārsteidzīgi, nedodot pietiekamas iespējas atšķirīgu viedokļu prezentācijām, un tāpēc nav spēkā esoša.

Sekojošā spriedumā, smagā būvtehnika tagad novākta no kalna un notiek iespējamo nākotnes variantu izvērtēšana. Paša teleskopa optiskā un mehāniskā konstruēšana turpinās ASV cietzemē, tiesas spriedums to neietekmē. Spriedums arī neizslēdz iespēju TMT pieprasīt jaunu būvatļauju Maunakea, bet tāds process varētu ilgt gadiem, turklāt ar nezināmu iznākumu.

Cits variants varētu būt izskatīt alternatīvas celtniecības vietas, varbūt uz *San Pedro Mártir* (Svētā Pētera Mocekļa) kalna kādu 3000 metru augstumā Lejaskalifornijas štatā (*Baja California*) Meksikas ziemeļos (tikai pārsimt kilometru no ASV robežas). Te jau atrodas Meksikas Nacionālā observatorija, un turienes astroklimate tika pētīts TMT plānošanas laikā, kad *San Pedro Mártir* kopā ar Maunakea tika izraudzīti kā iespējamās vietas ziemeļu puslodē priekš TMT. 🐦

## IZSTĀDES KOSMISKĀ GAISMA "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ" ATKLĀŠANAS PASĀKUMS

Atzīmējot 2015. gadu kā Starptautisko gaismas un gaismas tehnoloģiju gadu un godinot Alberta Einšteina Vispārīgās relativitātes teorijas simtgadi, Latvijas Universitātes (LU) bibliotēkā Raiņa bulvārī 25. novembrī notika izstādes *Kosmiskā gaisma "Zvaigžnotajā Debessī"* atklāšanas pasākums.

Atklāšanas pasākumā runāja Starptautiskā gaismas un gaismas tehnoloģiju gada Latvijas kontaktpersona Vidvuds Beldavs un LZA akadēmiķis LU profesors Mārcis Auziņš.

V. Beldavs pastāstīja par Gaismas gada iniciatīvu, ka Apvienoto Nāciju Organizācijas Ģenerālasambleja 68. sesijā 2015. gadu pasludināja par Starptautisko gaismas un gaismas tehnoloģiju gadu, uzsverot gaismas nozīmi cilvēces labklājības un attīstības sekmesnā, tostarp ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā dažādās nozarēs, īpaši izceļot gaismas būtisko lomu zinātnes un optisko tehnoloģiju attīstībā.

Prof. M. Auziņš, akcentējot Einšteina Vispārīgās relativitātes teorijas simtgadi, uzstājās ar aizraujošu stāstījumu "Einšteins un 20. gadsimta zinātne" – par Alberta Einšteina zinātniskajiem sasniegumiem teorētiskajā fizikā, par viņa personību un laikabiedriem, un Nobela prēmijas saņemšanu 1921. gadā (sk. rakstu 23.–28. lpp.).

Izstāde veidota sadarbībā ar populārziņnātniskā ilustrētā žurnāla *Zvaigžnotā Debess* redakciju (sk. Temats *Cosmic Light "Zvaigžnotās Debess"* rakstos 66.–68. lpp.). Izstādē iespējams iepazīties ar LU bibliotēkas Astronomijas institūta kolekcijā esošā izdevuma *Zvaigžnotā Debess* rakstiem par astronomiju – kosmosā sastopamo matēriju, formu, uzbūvi, kustību un attīstību, par mūsdienu priekšstatiem, kā Visums radies jaudīgā sprādzienā, jeb Lielā Sprādziena teoriju, par tele-



Izstādes nosaukuma montāža.

Autore V. Reinberga

ska astronomijas ēras sākumiem, tās pamatlicēja itāļu zinātnieka Galileo Galileja atklājumiem. Par Baldones observatorijas lielākā optiskā teleskopa attīstību, par Einšteina Vispārīgās relativitātes teorijas simtgadi un daudziem citiem aizraujošiem tematiem par Visumu un pasauli ap mums. Kopumā izstādē



Latvijas Universitātes bibliotēkas Klusajā lasītavā (Raiņa bulvārī 19) isi pirms izstādes atklāšanas.

Foto: M.Gills



Pasākumu vadija LU Bibliotēkas bibliotekāre Vineta Reinberga. Foto: A. Janovs

ir apskatāmi *Zvaigžņotās Debess* trīsdesmit pieci raksti, no jaunākajiem šā gada izdevumiem līdz pat 1966. gada izdevumam.

Godinot Alberta Einšteina ieguldījumu fizikas un kosmoloģijas attīstībā, izstādē ir apskatāmi vairāki žurnāla *Zvaigžņotā Debess* raksti par Einšteinu, par viņa Vispārīgās relativitātes teorijas formulējumiem un saistītiem pētījumiem. Jēdzienu "relativitātes teorija" var piemērot abām Einšteina relativitātes teorijas daļām, pirmo, Speciālo relativitātes teoriju viņš formulēja 1905. gadā, bet Vispārīgo relativitātes teoriju 1915. gadā, un tajā bija iekļauts arī gravitācijas apraksts par laika un telpas ģeometrijas īpašībām.



Izstādi atklājot, ievadvārdus teica Latvijas Universitātes Bibliotēkas direktore Ivetta Gudakovska.

Foto: A. Janovs



Profesors Mārcis Auziņš stāsta par Einšteinu un 20. gs. fizikām. Foto: A. Janovs



Runā Starptautiskā gaismas un gaismas tehnoloģiju gada 2015 Latvijas kontaktpersona Vidvuds Beldavs. Foto: A. Janovs

Izdevuma saturu un atsevišķus rakstus no 2004. līdz 2015. gadam ir iespējams skatīt tiešsaistē *Zvaigžņotās Debess* tīmekļa vietnē [www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd), savukārt LU e-resursu repozitorijā šobrīd skatāmi žurnāla numuri no 2000. līdz 2011. gadam. LU Bibliotēka turpina žurnāla *Zvaigžņotā Debess* digitalizāciju, un drīzumā e-resursu repozitorijā būs pieejami gan vecākie, gan jaunākie izdevuma numuri.





leskats dažos izstādes plauktos.

Foto: M. Gills

LU bibliotēkas portālā [www.biblioteka.lu.lv](http://www.biblioteka.lu.lv) ir iespēja iepazīties ar izstādē apskatāmo izdevumu sarakstu un M. Auziņa prezentāciju "Einšteins un 20. gadsimta zinātne".

Starptautiskā gaismas un gaismas tehnoloģiju gada (*International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015*) mājas lapā var skatīt dažādu valstu organizētus pasākumus par tematu kosmiskā gaisma, kā arī saites, kas ļauj uzzināt vairāk par gaismas nozīmi, vērtīgākajiem zinātniskajiem atklājumiem un tehnoloģiskajiem sasniegumiem.

Starptautiskā gaismas un gaismas tehnoloģiju gada *IYL2015* Koordinācijas komiteja īpaši uzaicināja Starptautisko Astronomijas savienību (*IAU*) 2015. gadā organizēt pasākumus par tematu *Cosmic Light* (kosmiskā gaisma). Atsaucoties arī uz *UNESCO* Latvijas Nacionālās komisijas aicinājumu astronomiem iesaistīties šā gada atzīmēšanā, "ZvD" redakcijas kolēģija rosināja LU bibliotēkā veidot Izstādi *Kosmiskā gaisma* saskaņā ar *IAU* izvēlētajām tēmām, kas atspoguļotas "ZvD" laidienos vairāku desmitu gadu laikā.



INTERNATIONAL  
YEAR OF LIGHT  
2015

**COSMIC  
LIGHT** IAU

## TEMATS **COSMIC LIGHT "ZVAIGŽNOTĀS DEBESS"** RAKSTOS

Gaismas nozīme sniedzas tālu ārpus dzīves uz Zemes. Caur nozīmīgākajiem zinātniskajiem atklājumiem un tehnoloģiskajiem sasniegumiem gaisma ir palīdzējusi mums redzēt un labāk izprast visumu. Darīt zināmus lielos sasniegumus astronomijā, skatīties *apdullinošus* kosmosa attēlus un uzzināt vairāk par tumšajām debesīm:

*Alksnis A.* 2015. – Starptautiskais gaismas un gaismas tehnoloģiju gads. – 2015, Pavasaris (227), 15.-16. lpp.

*Kokins R.* Cik veca ir gaisma? Gaisma biblisko tradīciju skatījumā. – 2015, Pavasaris (227), 16.-19. lpp.

*Zepe M.* Gaismas ātruma 300 gadi. – 1975/76, Ziema (70), 44.-46. lpp.

## EINŠTEINA SIMTGADE

**1915.** gadā Einšteina izstrādātā Vispārīgās relativitātes teorija parādīja, kādā veidā gaisma ir pašā telpas un laika struktūras centrā. Daudz pasākumu visā pasaulē koncentrēsies uz šo radošo visuma teoriju, un šī lappuse sagādās īpašas saites un arī sniegs citas iespējas uzzināt par Einšteinu un viņa daudzajiem ieguldījumiem fizikā un kosmoloģijā: <http://www.light2015.org/Home/CosmicLight/Einstein-Centenary.html>.



Rabinovičs I., Šklenniks Č. *Alberts Einšteins (1879-1955)*. – 1969 [1968/69], Ziema (42), 25.-29. lpp.

Stradiņš J. *Alberts Einšteins un Latvija*. – 1979/80, Ziema (86), 2-9. lpp.

Priekšlikums ievēlēt Albertu Einšteinu par Berlīnes Zinātņu akadēmijas izeno locekli [no žurn. "Wissenschaft und Fortschritt", 1979, Nr2]. – 1979/80, Ziema (86), 10-11. lpp.

Zariņš A. *Vispārīgā relativitātes teorija un eksperimenti*. – 1979/80, Ziema (86), 12-15. lpp.

Švarcs K. *Einšteina Vispārīgās relativitātes teorijas simtgode*. – 2015, Rudens (229), 28. lpp.

## TUMŠĀS DEBESS IZPRATNE

Vairumā pasaules lielo pilsētu vairs nav iespējams novērtēt nakts debess skaistumu. Neprasmīgs publiskais apgaismojums gan izšķiež enerģiju, gan izraisa "gaismas piesārņojumu", kas paslēpj mūsu Visumu no mums. Šī lappuse sagādās saites un iespējas izskaidrot nelabvēlīgo apgaismojuma ietekmi uz vietējo apkārtni un sniegs ziņas par to, kā varat izvairīties un kur iet skatīties tumšo debesi tuvu jums: <http://www.light2015.org/Home/CosmicLight/Dark-Skies-Awareness.html> .

*Balklavs A.* Cik ilgi vēl mēs redzēsim zvaigznes? – 2003, Rudens (181), 13.-14. lpp. ar 3<sub>krās.</sub> il.  
Paziņojums: 2. Starptautiskais simpozījs *Dark-sky Parks* 2009.g. 14.-19. sept. Horvātijā. – 2009, Vasara (204), 23. lpp.

Paziņojums: 3. Starptautiskais simpozījs *Dark-sky Parks* 2010.g. 6.-10. sept. Horvātijā. – 2010, Vasara (208), 19. lpp.

## VISUMS ATTĒLOS

No Zemei vistuvākajiem kaimiņiem planētām līdz vistālākajām galaktikām kosmos ir brīnums, lai ieraudzītu, un mēs esam neiedomājami laimīgi 21. gadsimtā būt spējīgi aplūkot tik daudz ievērojamu un lielisku no teleskopiem un pavadoņiem iegūtu attēlu. Šī lappuse nodrošinās daudz paraugu un saišu, kas ir patiesi iedvesmojoši: <http://www.light2015.org/Home/CosmicLight/A-Universe-of-Images.html> .

*Balklavs A.* Jauni interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 1. – 2004, Vasara (184), 10.-13. lpp. ar 3+5<sub>krās.</sub> il.

*Balklavs A.* Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 2. – 2004, Rudens (185), 15.-17. lpp. ar 2+9<sub>krās.</sub> il.

*Balklavs A.* Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 3. – 2004/05, Ziema (186), 21.-25. lpp. ar 2+4<sub>krās.</sub> il.

*Balklavs A.* Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 4. – 2005, Pavasaris (187), 24.-27. lpp. ar 1+6<sub>krās.</sub> il.

*Balklavs A.* Interesanti kosmisko objektu uzņēmumi – 5. – 2005, Vasara (188), 30.-36. lpp. ar 5+6<sub>krās.</sub> il.

*Alksnis A.* Virpuļgalaktikas dažādās sejas. – 2011, Pavasaris (211), 15.-16. lpp. ar 3<sub>krās.</sub> il.

*Pundure I.* Andromedas miglājs M31 kosmisko observatoriju gaismā. – 2011, Vasara (212), 29. lpp. ar 3<sub>krās.</sub> il.

## LIELAIS SPRĀDZIENS

**1965.** gadā firmas *Bell Telephone* laboratorijas zinātnieki Arno Penzias un Roberts Vilsons atklāja kosmisko mikroviļņu fonu – Visuma sākuma elektromagnētisko atbalsi. Lielais Sprādziens tagad ir ienācis sabiedrības kultūrā, bet vairumam ļaužu nav priekšstata, ko tas nozīmē kosmoloģijai. Šī tīmekļa lappuse izskaidros pagātni ārpus 1965. gada mērījumiem un nodrošinās iespējas un saites, tādā veidā varat uzzināt, ko tas viss nozīmē: <http://www.light2015.org/Home/CosmicLight/The-Big-Bang.html> .

*Balklavs A.* Pirmatnējā starojuma meklējumi. – 1966, Pavasaris (31), 21.-22. lpp.

*Balklavs A.* Pirmatnējā starojuma eksistence apstiprinājusies. – 1967, Pavasaris (35), 18.-21. lpp. ar 3 il.

*Francmanis J.* Nobela prēmija reliktstarojuma atklājējiem. – 1979, Vasara (84), 32.-34. lpp.

*Balklavs A.* Jauni dati par reliktstarojumu. – 1981, Rudens (93), 24.-25. lpp. ar il.

*Balklavs A.* Signāli no sākotnes. Epohāls atklājums. – 1993, Pavasaris (139), 16.-20. lpp. ar 2 il.

## GALILEOSCOPE

*Galileoscope* – augstas kvalitātes lēts teleskops, ko izstrādājusi starptautiska vadošo astronomu un dabaszinātņu pedagogu grupa. Nav svarīgi, kur dzīvojat, ar šo viegli saliekamo ierīci varat redzēt debess brīnumus, kam Galileo Galilejs pirmoreiz uzmata acis pirms vairāk nekā 400 gadiem, to skaitā Mēness krāterus un kalnus, četrus Jupiteru apriņķojošos mēnešus, Venēras fāzes, Saturna gredzenus un neskaitāmas ar neapbruņotu aci neredzamas zvaigznes. Šī lappuse sniegs ziņas par to, kā varat iegūt *Galileoscope* sev: <http://www.light2015.org/Home/CosmicLight/Galileoscope.html> .

*Balklavs A.* Pirmo skolas astronomisko observatoriju Latvijā atklājot. – 1989, Vasara (124), 57.-61. lpp. ar 5+3<sub>kras.</sub> il.

*Vilks I., Gills M., Bērziņš K.* Logs vaļā jau 20 gadus. – 2007, Pavasaris (195), 69.-73. lpp.

*Keruss M.* 7. debess vērotāju salidojums Suntažu observatorijā. – 2012, Vasara (216), 57. lpp.  
"ZvD" 25.nov.2015.

## ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ ✂ ĪSUMĀ

### llevērojamākie sasniegumi Latvijas zinātnē 2015. gadā

Starp Latvijas Zinātņu akadēmijas pasludinātajiem nozīmīgākajiem 2015. gada Latvijas zinātnes sasniegumiem **teorētiskajā zinātnē** kā otrais (pavisam pieci) nosaukts akadēmiķa R. Ferbera, *Dr. habil. phys. M. Tamaņa, Mg. A. Krūziņa* un *Dr. D. Docenko* darbu cikls *Izstrādāta jauna iespēja precizēt astronomisko objektu sastāvu un hronoloģiju*, kas veikts Latvijas Universitātes Lāzeru centram un Astronomijas institūtam sadarbībā ar Berlīnes Tehnikas un ekonomikas augstskolu un Stambulas universitāti.

Kā rakstīts laikrakstā *Zinātnes Vēstnesis* (1(501), 11.janv.2016., 1. lpp.): *Darbu cikls ar astrofizikas nozīmi, detalizēti izpēiti pārejas grupu elementu enerģētiskā struktūra, kas ļauj modelēt astrofizikā iegūtos spektrus un būtiski uzlabot elementu izplatības zvaigžņu un galaktikas sastāvā noteikšanu un precizēt astronomisko objektu hronoloģiju.*

Sveicam!

I. P.

ARTURS BALKLAVS-GRĪNHOFŠ

## ASTROMAĢĪJA, KURU DĒVĒ PAR ASTROLOĢIJU

(2. turpinājums, sākums ZvD 2015, Vasara, 67.-70. lpp.)

### Ko astroloģija ir devusi un dod cilvēcei mūsdienās?

Iepriekš ir mēģināts objektīvi parādīt astroloģijas lomu sendienās un tās centienus "zinātniskoties" mūsdienās. Taču rezultāti, kā redzējam, ir bēdīgi un neairo optimismu. Gluži otrādi – raisās interesantas asociācijas. Proti – vēl nesen ļoti aktuāls bija jēdziens "karojošais ateisms" un ar tā valstisku atbalstu saistījās vesela virkne iedarbīgu aktivitāšu, kas deformēja sabiedrības apziņu, kavējot un pat liedzot objektīvu realitātes uztveri un izpratni. Tagad tas, šķiet, transformējies (lai arī šķietami bez valstiska atbalsta) par, varētu teikt – lienošo tumsonību (atvasinājums no kādreiz populārā *polzučaja kontrrevolucija*) ar astroloģiju kā vienu no šīs tumsonības paveidiem, jo masu informācijas līdzekļu piesārņojums ar dažādiem pēc savas būtības satricinoši truliem horoskopiem, ko pilnīgi var uzskatīt par vienu no garīgās narkozes, resp., apziņas aptumšošanas līdzekļiem, ir pieņēmis tādus apmērus un tik ļoti iedarbojies uz lasītājiem, ka zinātnes atziņu popularizēšana laikrakstos un žurnālos, ja vien tās nav ar izteikti sensacionālu piegāršu, ir kļuvusi ļoti problemātiska, lai neteiktu – gandrīz neiespējama. Tās, t.i., normālas, bez sensacionālas pieskaņas vai uz iespējamām katastrofām (un pēc iespējas globālākām!) ievirzītas zinātnes atziņas, pēc daudzu redaktoru un žurnālistu uzskatiem, esot neinteresantas, lasītāji tās, atšķirībā no horoskopiem, nepieprasot un līdz ar to nelasot. Un tā nelietderīgi tiekot izšķiests preses izdevuma dārgais ie-

spiedlaukums, ko labāk izmantot kaut vai reklāmai, kas laikrakstam vai žurnālam dod reāli aptaustāmu labumu.

Ir ļoti bēdīgi, ka šādas atziņas tiek paustas laikā, kad ar lielu centību Latvija tiecas integrēties Eiropas Savienībā, kura savu pastāvēšanu un attīstību balsta uz moderno **zinātni** un no tās atziņām atvasinātām visaugstākajām tehnoloģijām, un līdz ar to loģiski būtu tur gribēt ieiet kā līdztiesīgiem un pilnvērtīgiem partneriem, bet ne kā garīgi atpalikušai provincei, kas noskaņojusies vai mērķtiecīgi noskaņota uz zinātnisku un tehnoloģisku parazitismu, uz kādu tieši orientē un ved par kultu kļuvusi astroloģija.

Sevišķi uztraucoša ir ne tikai plašas publikas aizraušanās ar astroloģiju un pat politiku, dažu atklātā, citu kautrīgā atzišanās, ka arī viņi izmanto astrologu pakalpojumus (vai tāpēc būtu jābrīnās par šādu politiku darbības jomā daudzlielam labam un smagi izjūtamām sekām?), bet gan tas, ka pat tādā laikrakstā kā "Izglītība un Kultūra" 1997. gada 13. novembra numurā parādījās raksts, kurā bija uzvedināts uz domām par iespējamību skolu darbā iesaistīties arī astrologiem (*Balklavs, 1998/99*). Tā turpinoties, nav neiespējami nonākt līdz tam, ka skolās var tikt mācīta astroloģija astronomijas vietā vai maģija – dabas zinātņu vietā utt. Un ne kā izvēles, bet obligāts priekšmets.

Lai pievērstu uzmanību šīs situācijas absurdumam, tās absolūtai neatbilstībai sabiedrības patiesas, progresīvi virzītas attīstības nodrošināšanai, arī ir ticis izvēlēts šā apce-

rējuma pēdējās sadaļas nosaukums. Tātad, vai kāds var uzskaitīt vai, vienkārši minot dažus piemērus, pateikt, kādus labumus astroloģija ir devusi cilvēcei? Varbūt tā ir kaut ko izgudrojusi, kas atvieglo ikdienu, uzlabo šīs ikdienas drošību vai palielina tās komfortu? Varbūt tā ir novērsusi karus, sērgas, ārstējusi slimības, palīdzējusi cīnīties pret noziedzību, nepieļāvusi lielas vai mazāk lielas nelaimes, piemēram, bankas "Baltija" krahu utt., kuru cēloņi ir politiķi un noziedznieki (saiklis "un" te nav likts kā vienlīdzības zīmes aizstājējs), t.i., it kā *astroloģiski prognozējami cilvēki*? Vai varbūt var minēt kaut ko citu, pietiekami nozīmīgu, bet maz zināmu? Tātad, **KO ASTROLOĢIJA IR DEVUSI CILVĒCEI?**

Šis vienkāršais, bet kardinālais jautājums pēc būtības un galvenajos vilcienos atrisina visus ar šo problēmu saistītos mākslīgi radītos samezģlojumus un praktiski padara par nevajadzīgām jebkuras diskusijas šajā jomā. Visas tā sauktās astroloģiskās prognozes, ja objektīvi paanalizējam, nav nekas cits kā veikli, taču pietiekami miglaini sastādīts teksts, no kura faktiski izriet, kā jau iepriekš parādīts, apmēram tāda satura "stingri" secinājumi, ka **varbūt** kaut kas notiks (var notikt), bet **var būt**, ka tas tomēr nenotiks (var arī nenotikt), jo zvaigznes vai planētas pat pēc pašu astrologu uzskatiem neko neizbēgamu nenosaka, bet tikai rada noslieci, ievirzi, kas var gan realizēties, gan nerealizēties. Šīs "prognozes" ir ļoti līdzīgas tādiem apgalvojumiem kā, piemēram, ka rīt varbūt būs saulains laiks, bet var būt arī tā, ka saule tomēr nespīdēs. Laikam jau tiešām jāsaucas par astrologu, lai producētu, manipulētu un pelnītu naudu ar kaut ko faktiski tik nenoteiktu, nesaistošu, t.i., ar tādiem nekādu personīgu atbildību neprasošiem apgalvojumiem. Interesanti iztēloties, kāda būtu sabiedrība, tās uzskatu un savstarpējo attiecību sistēma, ja, piemēram, inženieri izprojektētu un tiktu uzcelts tilts, par kuru varētu teikt: "*ļespējams (varbūt), ka šis tilts izturēs un pa to varēs*

*braukt, bet var arī gadīties, ka tas, jums braucot, neizturēs un sabruks.*"

Šķiet, ka šajā ziņā nav pārāk jāaizraujas ar zinātnes, tostarp astronomijas, devuma uzskaitījumu, jo, kam acis dotas redzēšanai, ausis dzirdēšanai un smadzenes saprašanai, labi apzinās, ka faktiski visa mūsu ikdiena, tās gan vitālo vajadzību, gan komforta apmierināšana, sākot kaut vai ar *bumbiņrakstuli* un beidzot ar sakaru pavadoņiem, sabiedrības tālākās attīstības nodrošināšana utt., u.t.i.p.r. ir saistīta ar zinātniskiem, tostarp arī psiholoģiskiem pētījumiem, ar zinātniskās pētniecības rezultātiem, bet ne ar magu izdarībām un māžošanos. Lai, piemēram, pārvietotos, mēs taču izmantojam dažādus satiksmes līdzekļus, nevis burvju paklājus. Arī, saskaroties ar veselības problēmām, vismaz lielākā daļa meklē un paļaujas uz ārstiem, bet ne uz pūšlotājiem, astrologu pestējošanu utt.

Sajā kontekstā negribētos vēl vairāk piešķirties ne mūsu politiķu destruktīvajai, lai neteiktu vairāk, attieksmei pret zinātnei un līdz ar to izglītību vispār, nedz arī masu mediju labvēlībai pret astroloģiju atsevišķi, atstājot to katra sirdsapziņai un pārliecībai, kā jau tam demokrātiskā sabiedrībā būtu jābūt, ja vien no tā neceltos reāls apdraudējums un ļaunums.

Ir vienkārši prātam neapverami, ka situācijā, kad gan zinātne, gan kristīgā reliģija (Vanags, 1999), kuru ieguldījums mūsu civilizācijas kultūras ģenēzē, sabiedrības materiālo un garīgo vajadzību apmierināšanā, tās eksistences un attīstības nodrošināšanā ir noteicošs, ir nepārvērtējami liels, un abas tās vienprātīgi, lai gan katra no sava viedokļa, noraida astroloģiju (un ne tikai to – arī citas maģijas) un brīdina par tās kaitīgumu, lai neteiktu ļaunumu, ko var dot gan aizraušanās, gan nodarbošanās ar to, astroloģija vēl joprojām turpina jaukt cilvēku prātus un ar masu informācijas līdzekļu neslēptu atbalstu cenšas arvien ciešāk iesakņoties mūsu ikdienā, mērķējot pat uz tās pamata pamatu – izglītības sistēmu.



Zinātne nekad nav noliegusi un arī šobrīd nenoliedz cilvēka saistību ar Kosmosu. Vēl vairāk – tā šo saistību vienmēr ir **uzsvērusi** un **pētījusi**, t.i., centusies noskaidrot, izziņāt, apjēgt. Tā pētījusi un pēta dažādu kosmisko faktoru, piemēram, Saules aktivitātes daudzveidīgo izpaušmju ietekmi uz cilvēka veselību (*Cimahoviča, 1966, 1968, 2002; Docenko, 2003; Jagodinskis, 1967; "Zvaigžņotā Debess", 1965*), reakcijas spēju utt., par ko jau ir iepriekš minēts un par ko varētu runāt vēl un vēl, jo zinātne nepārtraukti attīstās. Zinātne kategoriski nenoliedz arī iespējamu saistību un sakarību pastāvēšanu starp, piemēram, bērna ieņemšanas brīdi, resp., Saules stāvokli zodiakā kā kosmiska pulksteņa ciparnīcā vai drīzāk atkarībā no gada laika, un bērna psiholoģisko, mentālo u.c. orientāciju utt. Taču tas ir **jāizpēta, jāpārbauda** un **jāpamato**, pirms kaut kādas rekomendācijas sāk ieteikt vai lietot praktiski. Sevišķi bērniem un sevišķi skolās.

Zinātnieki nebūt nenoliedz, ka arī ezoterisko atziņu pārbaude varētu būt viens no zinātniskas izpētes jautājumiem, ja vien šobrīd zinātnes uzmanības lokā nebūtu daudz aktuālāku, vitāli svarīgāku, kā jau teikts, sabiedrības sekmīgai funkcionēšanai un attīstībai nepieciešamu uzdevumu risināšana, kā, piemēram, kodoltermiskā sintēze un alternatīvas enerģijas avoti, augstas (istabas) temperatūras supravadamība, jauni materiāli teknikai, medicīnai u.c., ļaundabīgie audzēji, AIDS un citas vēl neārstējamas un apārstējamas slimības, vides saglabāšana un atvēršana utt., u.t.jpr., ko astroloģija diemžēl nerisina un arī nerisinās, jo tā to nav spējīga darīt, un ja atrastos pietiekami līdzekļi šādu pašlaik daudz mazāk aktuālu pārbažu un pētījumu izdarīšanai.

Rezumējot var teikt, ka astroloģija mūsdienās ir viens no antikultūras paveidiem, kas nepietiekami izglītotos cilvēkos rada ilūziju, ka ar samērā vienkāršiem paņēmieniem, izmantojot debess spīdekļu stāvokli, ir iespējams prognozēt notikumus un līdz ar to ietek-

mēt to norises, resp., likteni, tā novēršot cilvēkus no zinātniskas patiesu kopsakaru izziņas un uz tās balstītu attieksmes vai rīcības plānu izstrādāšanas un īstenošanas.

## **Astromaģija – viens no pestējošanas un garīgās atkarības paveidiem**

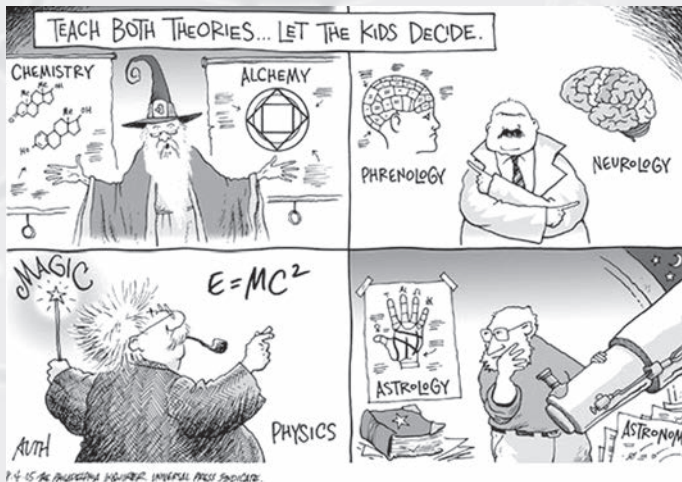
Galvenais nesaskaņu cēlonis starp astrologiem un astronomiem, resp., maģiem- zīlniekiem (precīzāk gan būtu lietot apzīmējumu – pestējiem) un zinātniekiem ir saistīts ar to, ka astroloģija diemžēl pretendē uz zinātniskumu, uz zinātnes paveida vai pat zinātnes nozares statusu, cenšoties izmantot zinātnes nenoliedzami pelnīto un augsto autoritāti kā aizsegu savas pastāvēšanas un darbības attaisnošanai, lai gan tam nav nekāda pamata. Šīs pretenzijas nevar vērtēt savādāk kā citu nopelnu izmantošanu, kā parazītēšanu, un šādas darbības, protams, vienmēr izraisa sajukumu, neizpratni un tādēļ arī nepatiku un protestus.

Lielā mērā šīs pretenzijas sakņojas astroloģijas maldinošajā nosaukumā, kas diemžēl vēsturiski iegājijs un tādēļ grūti izmaināms. To veidojošie vārdi "astro" un "loģija" (saliktenis no grieķu valodas "astro" – zvaigzne, "logos" – mācība; astronomija līdzīgi ir saliktenis no jau minētā "astro" un "nomos" – likums), t.i., attiecīgi uz "zvaigznēm" un "mācību vai zinātni" norādoši, tātad it kā liecina, ka runa ir par "zinātni par zvaigznēm", lai gan, kā jau atzīmēts, tā sauktās astroloģiskās atziņas nav iegūtas zinātnisku pētījumu rezultātā un šīm atziņām labākā gadījumā varētu meklēt kaut kādu pamatojumu planētu stāvokļos, taču ir pilnīgi skaidrs, ka tām nav nekāda sakara ar **zvaigznēm** (atskaitot, protams, Sauli).

Pēc būtības astroloģiju vajadzētu saukt par **astromaģiju**, un ar to arī daudz kas atrisinātos. Vismaz liela daļa cilvēku netiktu maldināti un saprastu, ka ar zinātni, kuras autoritāte, kā jau atzīmēts, vismaz kaut cik civilizētā sabiedrībā pilnīgi pamatoti un vēl par laimi ir pietiekami liela, astroloģijai nav nekāda sakara.

Astroloģija jeb astromaģija ir viens no pestējošanas paveidiem. Taču tas nebūt nav tik nekaitīgs, kā to cenšas pasniegt tie, kas ar to nodarbojas un ar šo nodarbošanos pelna naudu, sliktākajā gadījumā aicinot uztvert to kā interesantu spēli, kā izklaidi, bet labākā gadījumā, protams, kā ieskata iespēju nākotnē, liktenī. Aizraušanās ar astroloģiju, novirzot no reālu patiesību meklēšanas, ko dara zinātne, veicina garīgu atpalicību un līdzīgi narkotikām – arī garīgu atkarību. Pēdējais moments acīmredzot ir bijis zināms jau senajiem jūdu priesteriem, kad viņi savos likumos iestrādāja tik bargu sodu kā astrologu nomētāšanu ar akmeņiem.

Tātad sava nosaukuma līdzības dēļ ar astronomiju, kuras atziņas un zināšanas tai faktiski nemaz nav vajadzīgas, tā mimikrē un parazitē uz šīs zinātnes nozares autoritātes. Tā sauktie astroloģiskie aprēķini ir vistīrākā blēņošānās, un to iemaņas horoskopu sastādīšanai



Astronomija un astroloģija (*astronomy versus astrology*).

No pics-about-space.com

var apgūt katrs, kam vien ir vēlēšanās, un par astrologu var kļūt un nodarboties ar lēticīgu cilvēku muļķošanu vai mānīšanu, pat neapgūstot visai elementāras astronomiskas zināšanas (piemēram, mums tuvākā zvaigzne Saule astrologiem ir planēta, kas, kā jau planēta, riņķo ap Zemi vai faktiski – ap cilvēku, ap kuru pēc viņu uzskatiem griežas viss Visums).

## Avoti

- *Balklavs A.* Vai pestējošana var sekmēt pedagogiju? – “Zvaigžņotā Debess”, 1998/99. gada ziema, nr.162, 64.-68. lpp.
- *Cimahoviča N.* Jaunos ceļos. – “Zvaigžņotā debess”, 1966. gada ziema, nr.30, 1.-6. lpp.
- *Cimahoviča N.* Sirds atvērta Saulei. – “Zvaigžņotā debess”, 1968. gada vasara, nr.40, 46.-48. lpp.
- *Cimahoviča N.* Heliobioloģijas likloči. – “Zvaigžņotā Debess”, 2002. gada rudens, nr.177, 70.-75. lpp.
- *Docenko M.* Trihineloze un Saules aktivitāte. – “Zvaigžņotā Debess”, 2003. gada pavasaris, nr. 179, 72.-74. lpp.
- *Jagodinskis V.* Gripa klausā Saulei. – “Zvaigžņotā debess”, 1967. gada pavasaris, nr.35, 15.-16. lpp.
- *Vanags J.* Par horoskopiem un kristīga cilvēka brīvību. – Laikr. “Svētdienas Rīts”, 6.febr. 1999., Nr. 5 (1308), 2. lpp.
- “Zvaigžņotā Debess”, 1965. gada rudens, nr. 29, 40 lpp. ([www.astr.lu.lv/zvd/saturs1965.htm#3](http://www.astr.lu.lv/zvd/saturs1965.htm#3))

(Turpmāk par kosmiskiem ritmiem un kosmiskiem hronometriem)

JURIS KAULIŅŠ

## DEBESS SPĪDEKĻI 2016. GADA PAVASARĪ

**Pavasara ekvinokcija** 2016. gadā būs **20. martā plkst. 6<sup>h</sup>30<sup>m</sup>**. Šajā brīdī Saule atradīsies pavasara punktā, ieies Auna zodiaka zīmē (♈) un šķērsos debess sfēras ekvatoru, pārejojot no dienvidu puslodes uz ziemeļu puslodi. Šis ir astronomiskā pavasara sākuma brīdis, senlatviešiem lielā diena – Lieldienas.

Pāreja uz vasaras laiku notiks naktī no 26. uz 27. martu.

Vasaras saulgrieži un astronomiskā pavasara beigas šogad būs 21. jūnijā plkst. 1<sup>h</sup>34<sup>m</sup>. Tad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋), tai būs maksimālā deklinācija, un tas nozīmē, ka **nakts no 20. uz 21. jūniju būs visīsākā** visā 2016. gadā un **21. jūnija diena visgarākā**. Patiesā Jāņu nakts tātad būs no 20. uz 21. jūniju.

Pats pavasara sākums ir ļoti labvēlīgs krāšņo ziemas zvaigznāju novērošanai. Šajā laikā Orions, Vērsis, Persejs, Vedējs, Dvīņi, Lielais Suns un Mazais Suns ir ļoti redzami jau tūlīt pēc Saules rieta rietumu, dienvidrietumu pusē. Īstie pavasara zvaigznāji tad redzami dienvidaustrumu, austrumu pusē vai vēl nav uzlēkuši.

Aprīļa beigās un maijā jau tūlīt pēc satumšanas tipiskie pavasara zvaigznāji – Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis, Berenikes Mati, Vēršu Dzinējs un Svairi ir ļoti novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē. Visvairāk spožu zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā. Tāpēc tā izteismīgā figūra ļoti izceļas pavasara debesīs. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājā, kā arī Skorpiona zvaigznājā, kurš gan Latvijā novērojams tikai daļēji. Faktiski tieši maijs ir pats labākais laiks (pēc pusnakts, ļoti zemu pie horizonta), lai

ieraudzītu Antaresu (Skorpiona  $\alpha$ ) un citas šā zvaigznāja zvaigznes.

Apmēram līdz maija vidum ar teleskopiem var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: vaļējās zvaigžņu kopas M44 un M67 Vēža zvaigznājā; galaktikas M65, M66, M95, M96 un M105 Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodas arī Jaunavas un Berenikes Matu zvaigznājā. Tomēr to aplūkošanai nepieciešami visi lieli teleskopi.

Maija otrajā pusē un jūnijā naktīs ir ļoti gaišas. Tāpēc tad redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runa. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas  $\alpha$ ) un Arkturs (Vēršu Dzinēja  $\alpha$ ). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau ļoti redzami spožie vasaras zvaigznāji Lira, Gulbis un Ērglis.

Saules šķietamais ceļš 2016. gada pavasarī kopā ar planētām parādīsies *1. attēlā*.

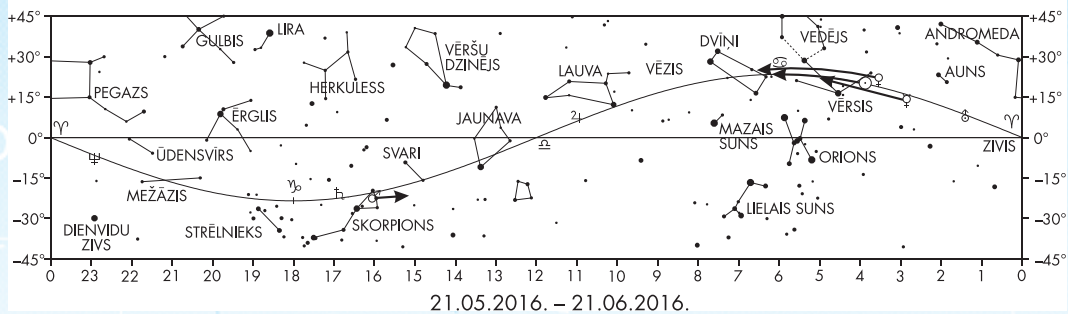
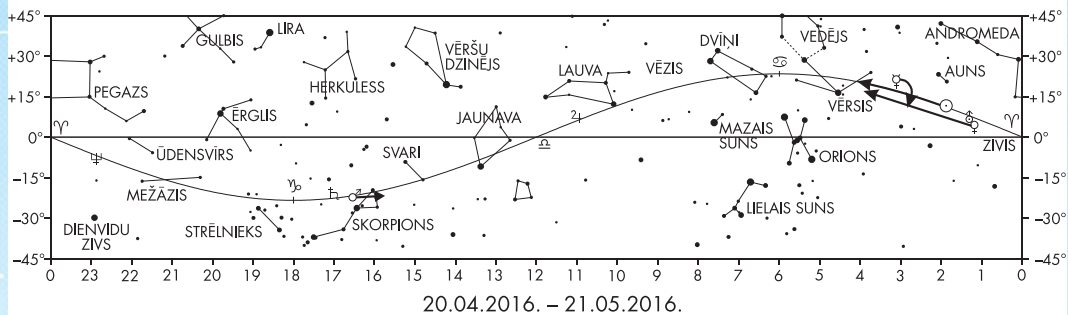
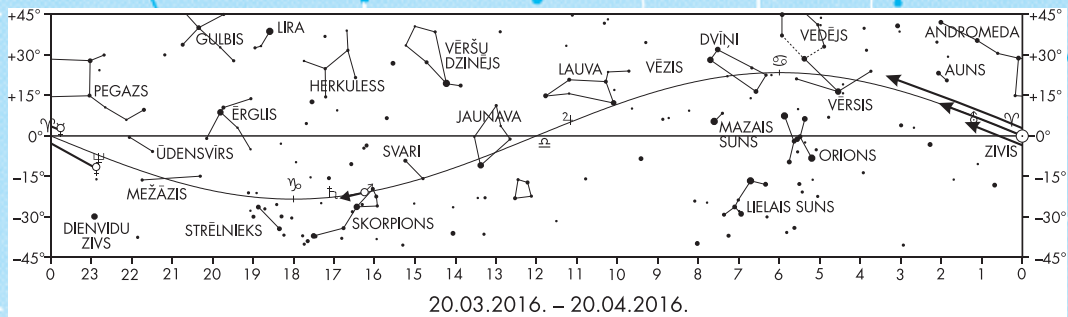
Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad iespējams redzēt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. Šogad 8. aprīlī var cerēt ieraudzīt 31 stundas un 7. maijā 24 stundas vecu (jaunu) Mēnesi.

## PLANĒTAS

Pašā pavasara sākumā **Merkurs** nebūs redzams – 23. martā tas atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās). Tomēr jau 18. aprīlī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (20°) – sākot apmēram ar 7. aprīli un gandrīz līdz aprīļa beigām to varēs novērot vakaros neilgu laiku pēc Saules rieta zemu pie horizonta ziemeļrietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,2.

Savukārt jau **9. maijā** Merkurs būs apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to),





1. att. Eklīptika un planētas 2016. gada pavasarī.

turklāt notiks **Merkura pāriešana Saules diskam**. Tāpēc maijā tas nebūs novērojams.

5. jūnijā Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā ( $24^\circ$ ). Tāpēc jūnijā, līdz pat pavasara beigām, tam būs diezgan liela elongācija. Tomēr Merkurs tik un tā nebūs rītos redzams, jo lēks neilgu laiku pirms Saules un būs ļoti gaišs.

8. aprīlī plkst.  $16^h$  Mēness paies garām  $5^\circ$  uz leju, 7. maijā plkst.  $5^h$   $6^\circ$  uz leju un 3. jūnijā plkst.  $13^h$   $1^\circ$  uz leju no Merkura.

2016. gada pavasaris būs ļoti nelabvēlīgs **Venēras** redzamībai, jo 7. jūnijā tā atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās). Visu pavasari tai būs maza elongācija un tā lēks, rietēs gandrīz reizē ar Sauli – Venēra nebūs novērojama.

6. aprīlī plkst.  $11^h$  Mēness aizklās Venēru, 6. maijā plkst.  $8^h$  Mēness paies garām  $3^\circ$  uz leju un 5. jūnijā plkst.  $5^h$   $5^\circ$  uz leju no Venēras.

Līdz 4. aprīlim **Mars** atradīsies Skor-



piona zvaigznājā un būs redzams nakts otrajā pusē. Tā spožums pavasara sākumā būs  $-0^m,2$ .

Pēc tam, līdz aprīļa beigām Marss atradīsies Čūsksneša zvaigznājā. Tā spožums visu laiku pieaugs (aprīļa beigās  $-1^m,4$ ), un tas būs novērojams lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas.

1. maijā Marss pāries uz Skorpiona zvaigznāju un savukārt 22. maijā nonāks opozīcijā. Tā spožums sasniegs  $-2^m,0$ , diametrs  $18''$  un maijā, jūnijā sākumā tas būs ļoti novērojams visu nakti. Tomēr Latvijā šī būs neizdevīga opozīcija Marsa novērošanai – traucēs gaišās nakts un maksimālais augstums virs horizonta nepārsniegs  $11^\circ$ .

Maija beigās Marss pāries uz Svaru zvaigznāju, kur atradīsies līdz pavasara beigām. Jūnija vidū un pavasara beigās Marss būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas.

28. martā plkst. 23<sup>h</sup> Mēness paies garām  $3^\circ$  uz augšu, 25. aprīlī plkst. 8<sup>h</sup>  $4^\circ$  uz augšu, 22. maijā plkst. 1<sup>h</sup>  $5^\circ$  uz augšu un 17. jūnijā plkst. 12<sup>h</sup>  $5^\circ$  uz augšu no Marsa.

Pavasara sākumā un aprīlī **Jupiters** būs ļoti labi redzams praktiski visu nakti. Tā spožums tad būs  $-2^m,5$  un redzamais ekvatoriālais diametrs –  $44''$ . Šajā laikā un visu pavasari tas atradīsies Lauvas zvaigznājā.

Maijā Jupiteru varēs ļoti novērot nakts lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Jūnijā tas būs redzams nakts pirmajā pusē rietumu, ziemeļrietumu pusē. Tā redzamais spožums samazināsies līdz  $-1^m,9$ .

22. martā plkst. 4<sup>h</sup> Mēness paies garām  $2^\circ$  uz leju, 18. aprīlī plkst. 6<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz leju, 15. maijā plkst. 11<sup>h</sup>  $2^\circ$  uz leju, un 11. jūnijā plkst. 21<sup>h</sup>  $2^\circ$  uz leju no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2016. gada pavasarī parādīta 2. attēlā.

Pašā pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē **Saturns** būs diezgan labi novērojams nakts otrajā pusē, aprīļa otrajā pusē un maija pirmajā pusē – gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. 3. jūnijā tas atradīsies opo-

zīcijā. Tāpēc maija otrajā pusē un jūnijā, līdz pat pavasara beigām, tas būs ļoti labi redzams praktiski visu nakti. Tā spožums šajā laikā būs  $+0^m,0$ . Visu pavasari Saturns atradīsies Čūsksneša zvaigznājā.

29. martā plkst. 18<sup>h</sup> Mēness paies garām  $3^\circ$  uz augšu, 25. aprīlī plkst. 22<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu, 23. maijā plkst. 1<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu un 19. jūnijā plkst. 4<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu no Saturna.

Pavasara sākumā, aprīlī un maijā **Urāns** praktiski nebūs novērojams jo 10. aprīlī būs konjunktijā ar Sauli. Jūnijā to varēs mēģināt ieraudzīt rītos, zemū pie horizonta austrumu, dienvidaustrumu pusē. Tā redzamais spožums būs  $+5^m,9$ . Tomēr novērošanu stipri apgrūtinās ļoti gaišās nakts.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Zivju zvaigznājā.

7. aprīlī plkst. 17<sup>h</sup> Mēness paies garām  $2^\circ$  uz leju, 5. maijā plkst. 7<sup>h</sup>  $2^\circ$  uz leju un 1. jūnijā plkst. 18<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 3. attēlā.

## MAZĀS PLANĒTAS

2016. gada pavasarī tuvu opozīcijai un spožākas vai ap  $+9^m$  nebūs neviena mazā planēta.

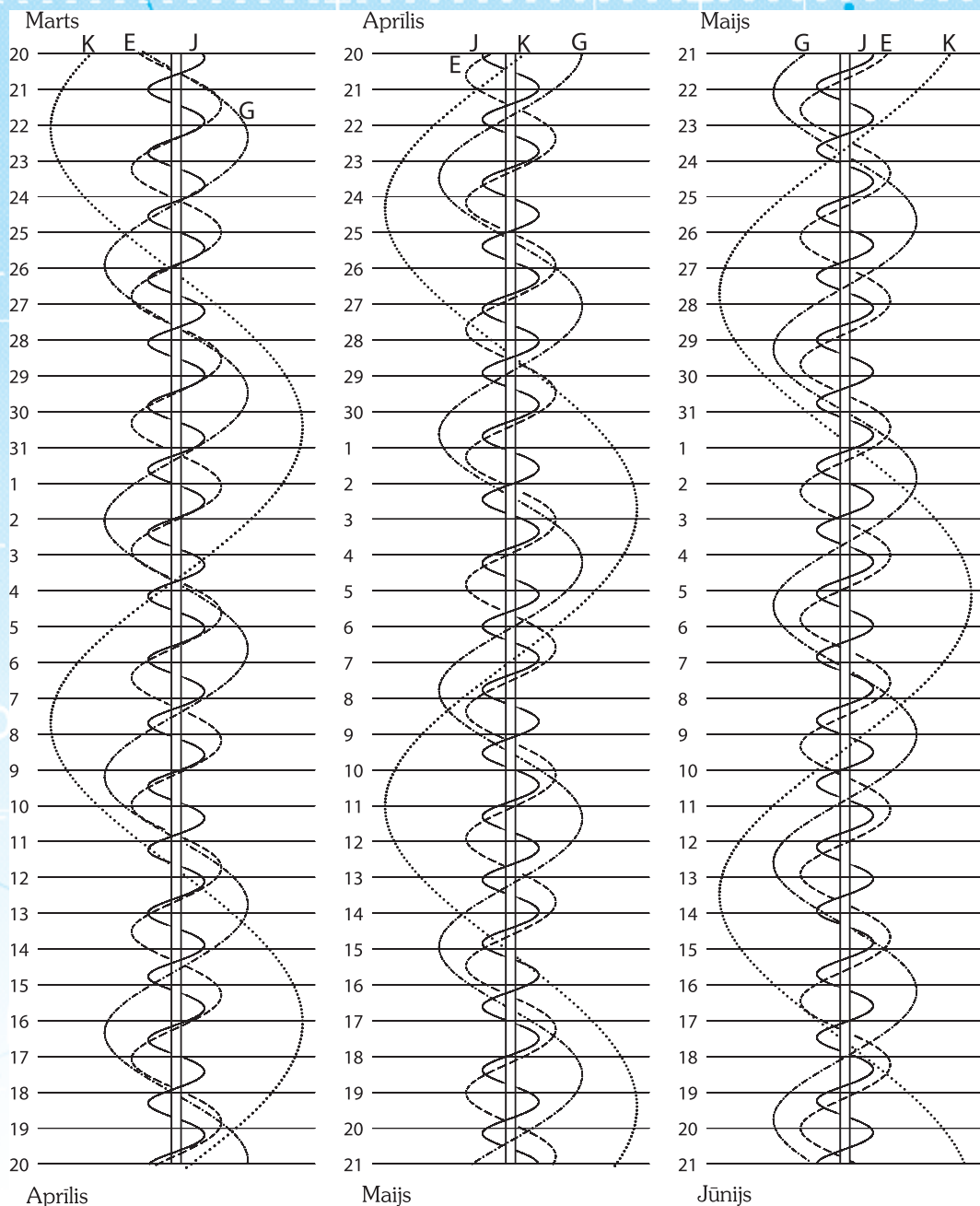
## APTUMSUMI

### Pusēnas Mēness aptumsums 23. martā

Šis aptumsums būs redzams Amerikas rietumos, Aļaskā, Klusajā okeānā, Krievijas Tālojos Austrumos, Japānā, Jaunzēlandē un Austrālijā. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

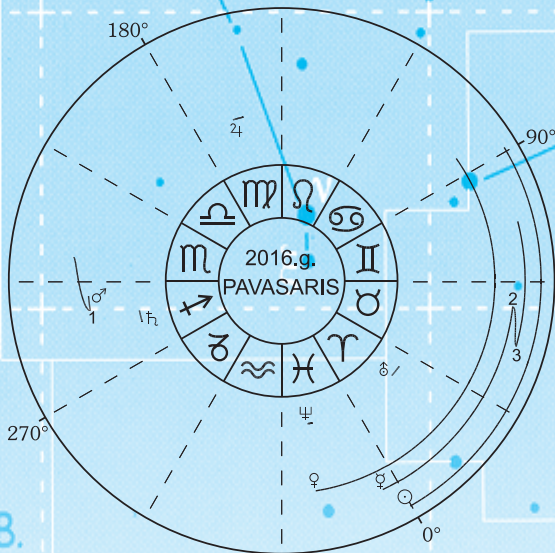
### Merkura pāriešana pāri Saules diskam 9. maijā

Šī parādība notiks laikā **no 11<sup>h</sup>11<sup>m</sup> līdz 21<sup>h</sup>42<sup>m</sup>**. Merkurs Rīgā rietēs 21<sup>h</sup>19<sup>m</sup> un Saule – 21<sup>h</sup>24<sup>m</sup>. Tāpēc Latvijā būs novērojama pāriešanas lielākā daļa, izņemot pašas beigas. Nākamo reizi šī parādība notiks 2019. gada 11. novembrī!



2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2016. gada pavasarī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.





3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 20. martā plkst. 0<sup>h</sup>, beigu punkts 21. jūnijā plkst. 0<sup>h</sup> (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

♿ – Merkurs  
♂ – Marss  
♄ – Saturns  
♆ – Neptūns  
♀ – Venēra  
♃ – Jupiters  
♁ – Urāns

1 – 17. aprīlis 16<sup>h</sup>; 2 – 28. aprīlis 20<sup>h</sup>;  
3 – 22. maijs 16<sup>h</sup>.

25. martā 20<sup>h</sup>10<sup>m</sup> Skorpionā (♏)

28. martā 9<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Strēlniekā (♐)

30. martā 20<sup>h</sup>46<sup>m</sup> Mežāzī (♊)

2. aprīlī 4<sup>h</sup>38<sup>m</sup> Ūdensvirā (♋)

4. aprīlī 8<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Zivīs (♈)

6. aprīlī 9<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Aunā (♈)

8. aprīlī 9<sup>h</sup>12<sup>m</sup> Vērsī (♉)

10. aprīlī 9<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Dvīņos (♊)

12. aprīlī 11<sup>h</sup>08<sup>m</sup> Vēzī (♋)

14. aprīlī 16<sup>h</sup>54<sup>m</sup> Lauvā (♌)

17. aprīlī 2<sup>h</sup>24<sup>m</sup> Jaunavā

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā

**Perigejā:** 7. aprīlī plkst. 20<sup>h</sup>; 6. maijā plkst. 6<sup>h</sup>; 3. jūnijā plkst. 13<sup>h</sup>.

**Apogejā:** 25. martā plkst. 16<sup>h</sup>; 21. aprīlī plkst. 18<sup>h</sup>; 19. maijā plkst. 1<sup>h</sup>; 15. jūnijā plkst. 15<sup>h</sup>.

### Mēness ieiet zodiaka zīmēs (sk. 4.att.):

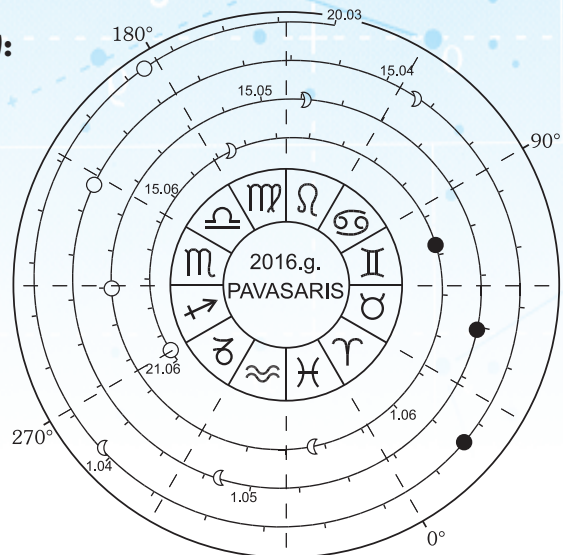
20. martā 19<sup>h</sup>40<sup>m</sup> Jaunavā (♈)

23. martā 7<sup>h</sup>24<sup>m</sup> Svaros (♏)

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena dienakts.

- Jauns Mēness: 7. aprīlī 14<sup>h</sup>24<sup>m</sup>; 6. maijā 22<sup>h</sup>29<sup>m</sup>; 5. jūnijā 6<sup>h</sup>00<sup>m</sup>.
- ☾ Pirmais ceturksnis: 14. aprīlī 6<sup>h</sup>59<sup>m</sup>; 13. maijā 20<sup>h</sup>02<sup>m</sup>; 12. jūnijā 11<sup>h</sup>10<sup>m</sup>.
- Pilns Mēness: 23. martā 14<sup>h</sup>01<sup>m</sup>; 22. aprīlī 8<sup>h</sup>24<sup>m</sup>; 22. maijā 0<sup>h</sup>14<sup>m</sup>; 20. jūnijā 14<sup>h</sup>02<sup>m</sup>.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 31. martā 14<sup>h</sup>01<sup>m</sup>; 30. aprīlī 6<sup>h</sup>29<sup>m</sup>; 29. maijā 15<sup>h</sup>12<sup>m</sup>.



- |   |  |
|---|--|
| 19. aprīlī 14 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> Svaros     | 21. maijā 21 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> Strēlniekā |
| 22. aprīlī 3 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> Skorpionā   | 24. maijā 8 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Mežāzī      |
| 24. aprīlī 15 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> Strēlniekā | 26. maijā 17 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> Ūdensvirā  |
| 27. aprīlī 2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> Mežāzī      | 29. maijā 0 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> Zivīs       |
| 29. aprīlī 11 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> Ūdensvirā  | 31. maijā 4 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> Aunā        |
| 1. maijā 17 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Zivīs        | 2. jūnijā 5 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> Vērsī       |
| 3. maijā 20 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> Aunā         | 4. jūnijā 6 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> Dvīņos      |
| 5. maijā 20 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> Vērsī        | 6. jūnijā 6 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> Vēzī        |
| 7. maijā 19 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> Dvīņos       | 8. jūnijā 9 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> Lauvā       |
| 9. maijā 20 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> Vēzī         | 10. jūnijā 16 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> Jaunavā   |
| 12. maijā 0 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> Lauvā        | 13. jūnijā 3 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> Svaros     |
| 14. maijā 8 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> Jaunavā      | 15. jūnijā 16 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> Skorpionā |
| 16. maijā 20 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> Svaros      | 18. jūnijā 4 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> Strēlniekā |
| 19. maijā 9 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> Skorpionā    | 20. jūnijā 14 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> Mežāzī    |

### Mēness aizklāj spožākās planētas un zvaigznes:

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
6.IV	Venēra	-3 <sup>m</sup> ,8	10 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	11 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	29° – 31°	2%
10.IV	θ <sub>2</sub> Tau	3 <sup>m</sup> ,4	22 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	10° – 4°	16%
10.IV	θ <sub>1</sub> Tau	3 <sup>m</sup> ,8	22 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	10° – 4°	16%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobide var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi.

## METEORI

Pavasaros ir novērojamas trīs vēra ņemamas plūsmas.

1. **Lirīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 25. aprīlim. 2016. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī plkst. 9<sup>h</sup>, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15-20 meteori stundā (reizēm var pārsniegt pat 90 meteorus stundā).

2. **π Pupīdas.** Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim. 2016. gadā

maksimums gaidāms 23. aprīlī. Intensitāte ir mainīga un reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā, tomēr tā daudz labāk novērojama dienvidu puslodē.

3. **η Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir no 19. aprīļa līdz 28. maijam. 2016. gadā maksimums gaidāms 5. maijā plkst. 23<sup>h</sup>. Tās intensitāte var sasniegt pat 85 meteoru stundā. Tomēr reāli novērojams meteoru skaits pie mums ir daudz mazāks, jo arī šī plūsma labāk novērojama dienvidu platuma grādos. 🌠

### Pamanītas kļūdas 2015./16. gada Ziemas (230) laidienā

**39. lpp.** attēlam **jābūt** parakstam: Olimpiādes laureāti LU FMF pasākumā "Fizikas pēcpusdiena".  
Foto: Dmitrijs Bočarovs.

**40. lpp.** augšējam attēlam **jābūt** parakstam: 1. att. Skats uz Mālpils profesionālo vidusskolu un semināra novērojumu vietu Mālpils stadionā. M. Krastiņa foto

Atvainojamies autoriem un lasītājiem.

Sastādītāja



## PIRMO REIZI ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

**Mārcis Auziņš** – Dr. habil. phys. (1995), profesors (1997) Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē (FMF), Latvijas Zinātņu akadēmijas īstenais loceklis (fizika, 1998). Starptautisku fizikas biedrību (Eiropas, Amerikas u.c.) biedrs, UNESCO Nacionālās komitejas loceklis. Fizikas, astronomijas un mehānikas doktora studiju programmas direktors. Divu monogrāfiju un vairāk nekā 200 zinātnisko rakstu un konferenču tēžu autors/līdzautors, zinātniskā žurnāla *Central European Journal of Physics* redaktors. Beidzis Rīgas 49. vidusskolu (1974), LVU FMF (1979), pēcdoktora (1986) studijas Pekinas universitātē (Ķīnas TR, 1986-1987) un Rietumu Ontārio universitātē (Kanāda, 1988). Viesprofesors Saseksas universitātē (Lielbritānija, 1996), Oklahomas universitātē (ASV, 1998), Kalifornijas universitātē (Berklija ASV, 2005). Latvijas Zinātņu akadēmijas Lielās medaļas laureāts (2010). Latvijas zinātnes ievērojamāko sasniegumu konkursa uzvarētājs (*Izstrādātas jaunas metodes nelineāro optomagnētisko rezonansu izmantošanai vāju magnētisko lauku mērīšanai* kopā ar akad. R. Ferberu u.c.) 2015. gadā.



**Aija Kalniņa:** mācos Madonas Valsts ģimnāzijas 11.b klasē. Skolā mīļākais priekšmets ir fizika, lai gan neesmu gluži izcilniece, tomēr mācos ar aizrautību. Brīvajā laikā nodarbojos ar improvizācijas teātri un ar savu lielāko kaislību – astronomiju. Tā mani interesē jau no mazām dienām, kad ar tēti nebeidzamas stundas skatījāmies naktī zvaigznēs un diskutējām par ceļošanu laikā, citplanētišiem, melnajiem caurumiem un citām aizraujošām tēmām. Arī zinātniskās fantastikas filmas, piemēram, *Kontakts*, *Apollo 13*, raisījušas manī vēl lielāku interesi. Elpa aizraujas, domājot par Visuma plašumiem, astronautiem un par perfektajiem dzīvību radošajiem apstākļiem; mazliet citādāks atmosfēras sastāvs uz mūsu planētas – un mūsu nebūtu. Nākotnē plānoju studēt LU Fizikas un matemātikas fakultātē, arī savu profesiju vēlētos saistīt ar astronomiju.

**Vineta Reinberga** – vidējo izglītību ieguvusi (2007) Kuldīgas Centra vidusskolā Vispārīzglītojoša virziena programmā. Latvijas Universitātes absolvente: 2010. gadā ieguvusi bakalaura grādu bibliotēkzinātnē un informācijā, 2012. gadā – maģistra grādu vadibzinātnē. Kopš 2013. gada strādā LU Bibliotēkā, šobrīd Bibliotēkā Aspazijas bulvārī. Aizraujas ar fotogrāfiju, un jau vairāk nekā divus gadus tas ir darbs un vaļasprieks. Sadarbībā ar *Zvaigžņotās Debess* Redakcijas kolēģiju tika sagatavota un LU Bibliotēkā Raiņa bulvārī Klusajā lasītavā atklāta izstāde *Kosmiskā gaisma "Zvaigžņotajā Debēsī"*.



**Agnese Šuste** – 2007. gadā absolvēta Aizputes vidusskola, 2012. gadā LU FMF iegūta vidējās izglītības matemātikas skolotāja kvalifikācija, 2014. gadā – dabaszinātņu maģistra grāds matemātikā, kopš 2014. gada studijas LU doktorantūras programmā "Matemātika".

No 2008. gada darbs LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skolā, kopš 2014. gada pasniedzēja LU. Pētījumi modernajā elementārajā matemātikā un matemātikas didaktikā, diferencu vienādojumos.

Kopš 2011. gada, paralēli darbam LU, nodarbību vadišana pamatskolas un vidusskolas skolēniem par matemātikas sacensību uzdevumu risināšanas metodēm dažādos Latvijas novados un pilsētās, pēdējos gados – arī matemātikas skolotājiem.

## CONTENTS

**“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** *I.Platais, I.Jurgītis*. Nova Cygni 1975 (abridged). *E.Mūkins*. To Search Life on Mars (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** *K.Schwartz*. Plasma and the Universe. *R.Misa*. The LHC and Beyond: The Vision of CERN. **DISCOVERIES** *I.Vilks, A.Kalniņa*. A Possible Replacement for Pluto. *I.Pundure*. Strange Star KIC 8462852 in the Constellation Cygnus. *I.Pundure*. Hubble Captures Image of Dazzling Diamond-like Stars Tapestry. **NOBEL PRIZE WINNERS** *D.Docenko*. Mutable Ghost Particles: Nobel Prize in Physics 2015. *M.Auziņš*. Einstein and His Nobel Prize. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** *J.Jaunbergs*. The Art of Rocket-powered Landings. *M.Gills*. Flower in International Space Station. **APPLIED COSMOS** *L.Gulbe*. Satellites, Computers and Opportunity to See More. **ACADEMIC STAFF of the UNIVERSITY of LATVIA** *A.Ambainis*. Professor Rūsiņš Mārtiņš Freivalds (1942-2016). **LATVIAN SCIENTISTS** *R.Misa*. Physicist Vyacheslavs Kashcheyevs about Science and Life. **FLASHBACK** *A.Alksnis*. Short Trips and Faraway Journeys (4<sup>th</sup> continuation). **For SCHOOL YOUTH** *I.Dudareva, A.Brunepiece*. Seminar “Astronomy Education in Latvia”. *M.Avotiņa, A.Šuste*. International Mathematical Olympiad. **For AMATEURS** *A.Zalcmane*. JAK Meetings Resume. *I.Vilks*. A Piece of Lunar Rock at F.Zander’s Museum. **CHRONICLE** *D.Draviņš*. Conflicts about the Thirty Meter Telescope on Hawai’i Island Remain Unresolved. *V.Reinberga*. Opening of Exposition *Cosmic Light* in “Zvaigžnotā Debess”. **READERS’ SUGGESTIONS** *A.Balklavs-Grinhofs*. Astro-magic Called Astrology (2<sup>nd</sup> continuation). *J.Kauliņš*. **ASTRONOMICAL PHENOMENA** in Spring of 2016.

## СОДЕРЖАНИЕ (№ 231, Весна, 2016)

**В «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** Новая *Cygni* 1975 (по статье *И.Платайса, И.Юргитиса*). Искать жизнь на Марсе (по статье *Э.Мукинса*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** *К.Цварц*. Плазма и Вселенная. *Р.Миса*. Новости LHC и планы на будущее: Видение CERN. **ОТКРЫТИЯ** *И.Вилкс, А.Калниня*. Возможная замена Плутону. *И.Пундуре*. Странная звезда KIC 8462852 в созвездии Лебедя. *И.Пундуре*. Hubble заснял звездные алмазы – скопление *Trumpler 14*. **ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ** *Д.Доценко*. Изменчивые призрачные частицы: Нобелевская премия по физике за 2015 год. *М.Аузиньш*. Эйнштейн и его Нобелевская премия. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** *Я.Яунбергс*. Искусство посадки на ракетной тяге. *М.Гиллс*. Цветок на Международной космической станции. **ПРИКЛАДНОЙ КОСМОС** *Л.Гулбе*. Спутники, компьютеры и возможность увидеть больше. **ПРЕПОДАВАТЕЛИ ЛАТВИЙСКОГО УНИВЕРСИТЕТА** *А.Амбайнис*. Проф. Русиньш Мартиньш Фрейвалдс (10.XI 1942–4.I 2016). **УЧЕНЫЕ ЛАТВИИ** *Р.Миса*. О науке и жизни – разговор с физиком Вячеславом Кашеевым. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ в ПРОШЛОЕ** *А.Алкснис*. Пути близкие, пути далекие (4–е продолж.). **Для ШКОЛЬНОЙ МОЛОДЕЖИ** *И.Дударева, А.Брунениэце*. Семинар «Астрономическое образование в Латвии». *М.Авотиня, А.Шустэ*. Международная математическая олимпиада. **ЛЮБИТЕЛЯМ** *А.Залцмане*. Занятия молодежного астрономического кружка JAK возобновились! *И.Вилкс*. Кусочек Луны в музее Ф.Цандера. **ХРОНИКА** *Д.Дравиньш*. Конфликт, связанный с 30-метровым телескопом на Гавайях, остается нерешенным. *В.Рейнберга*. Открытие выставки *Cosmic Light* в «Zvaigžnotā Debess». **ПРЕДЛАГАЕТ ЧИТАТЕЛЬ** *А.Балклавс-Гринхофс*. Астромагия, именуемая астрологией (2–е продолж.). *Ю.Каулиньш*. **НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА** весной 2016 года.

THE STARRY SKY, No. 231, SPRING 2016  
Compiled by *Irena Pundure*  
“Mācību grāmata”, Riga, 2016  
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2016. GADA PAVASARIS  
Reģ. apl. Nr. 0426  
Sastādījusi *Irena Pundure*  
© Apgāds “Mācību grāmata”, Riga, 2016  
Redaktore *Anīta Bula*  
Datortālicējs *Jānis Kuzmanis*

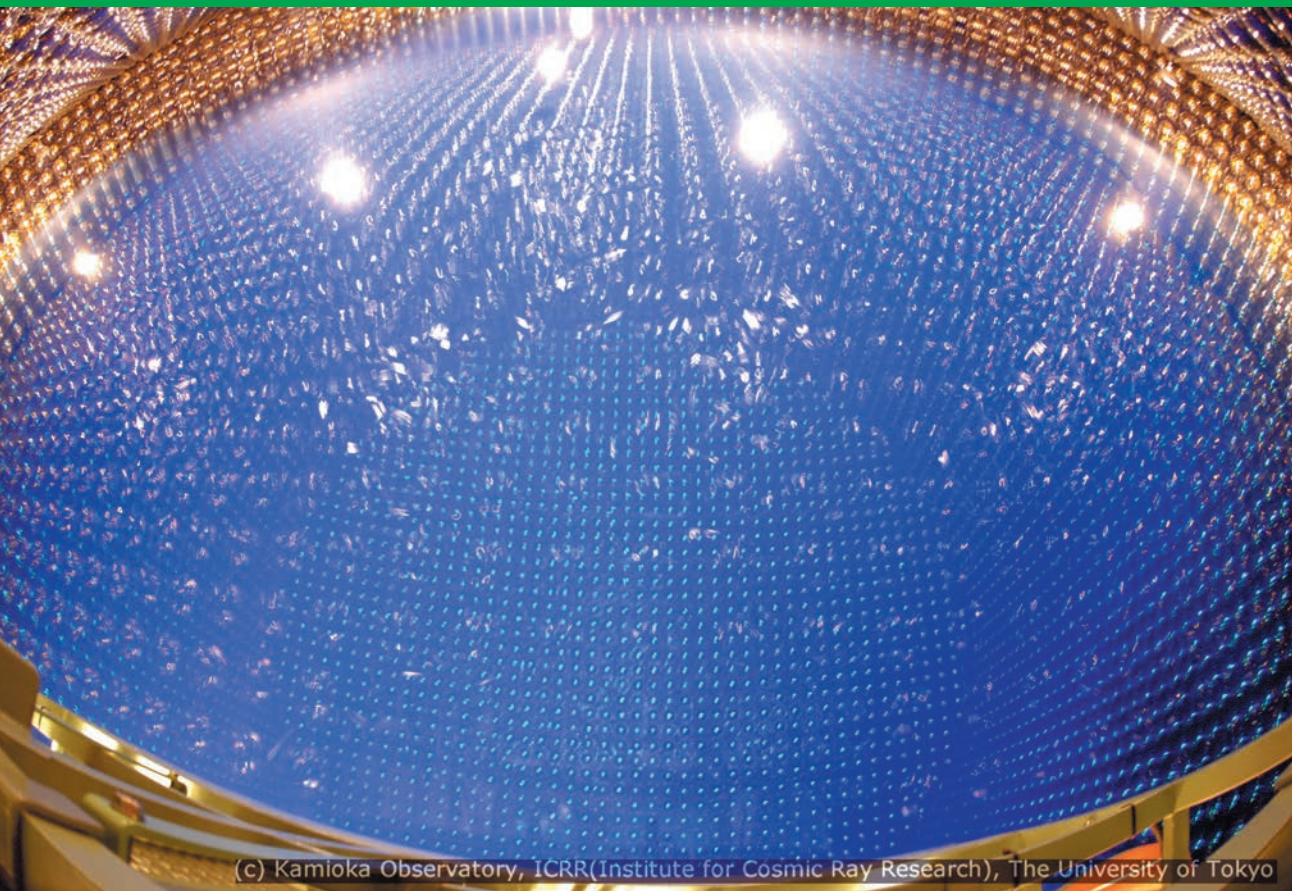


3. att. Sadberijas Neitrīno observatorijas detektors mākslinieka skatījumā.

Avots: <http://www.sno.phy.queensu.ca/images/>

Sk. Docenko D. Nepastāvīgas spoku daļiņas: 2015. gada Nobela prēmija fizikā.





(c) Kamioka Observatory, ICRR (Institute for Cosmic Ray Research), The University of Tokyo

2. att. Super-Kamiokande neitrīno detektors (*no augšas*) gandrīz piepildīts ar ūdeni (26. jūn. 2006.).  
Kamioka Observatory, ICRR (Institute for Cosmic Ray Research),  
The University of Tokyo attēls

Sk. Docenko D. Nepastāvīgas spoku daļiņas: 2015. gada Nobela prēmija fizikā.

ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena 3,00 €